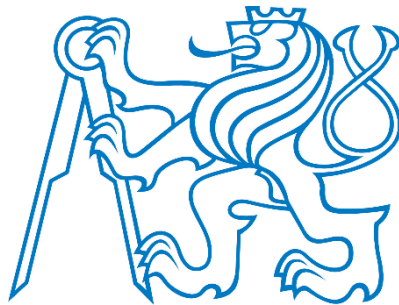


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



Návrh větracího systému v rámci konverze prodejního
halového objektu na bytový dům

DIPLOMOVÁ PRÁCE

JAROSLAV KREJSKA

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Krejska Jméno: Jaroslav Osobní číslo: 396113
Zadávající katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh větracího systému v rámci konverze prodejního halového objektu na bytový dům

Název diplomové práce anglicky: Design of the ventilation system within the conversion of a hall structure into a residential building

Pokyny pro vypracování:

Vypracování projektové dokumentace větrání bytového domu. Obsahem dokumentace budou půdorysy a řezy větracího systému, výpočet množství vzduchu, hydraulické výpočty potrubí, návrh distribučních elementů, technická zpráva.

Prohlubující část je zaměřena na energetický koncept objektu zohledňující možnosti konverze.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing.Zuzana Veverková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 12.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

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

V Praze dne 5. 1. 2017

Jaroslav Krejska

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především vedoucí diplomové práce Ing. Zuzaně Veverkové Ph.D. a to nejen za trpělivost a obrovskou ochotu, kterou prokázala při vedení mé diplomové práce, ale také za individuální a především lidský přístup, se kterým na katedře trvale působí.

Dále bych rád poděkoval členům katedry Technických zařízení budov za způsob vedení výuky a také atmosféru plnou pozitivní energie, kterou se jim daří na katedře udržovat. Tyto dva aspekty měly nemalý vliv na volbu a upřesnění mého zaměření v průběhu studia.

V neposlední řadě patří moje poděkování mé rodině a blízkým, kteří mě během mého studia podporovali.

Abstrakt

Anotace:	Práce je dělena na úvodní teoretickou a hlavní praktickou, projekční, část. V teoretické části se autor zabývá analýzou energetického konceptu budovy a pro některé jeho části doporučuje, na základě popsaného rozhodovacího procesu, vhodná řešení. V části projekční je pak zpracována prováděcí dokumentace rovnotlakového větracího systému s centrálními větracími jednotkami.
Jméno a příjmení autora:	Jaroslav Krejska
Název práce:	Návrh větracího systému v rámci konverze prodejního halového objektu na bytový dům
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	ČVUT Praha, Fakulta Stavební, Thákurova 7, 166 29, Praha 6, K125 Katedra Technických zařízení budov
Vedoucí práce:	Ing. Zuzana Veverková Ph.D.
Rok obhajoby:	2016 / 2017
Klíčová slova:	Vzduchotechnika, řízené větrání, centrální větrání, rekuperace tepla, větrání bytů, VAV regulátor, větrání prodejny, návratnost řízeného větrání, energetická optimalizace
Jazyk:	Čeština

Abstract

Annotation:	This thesis is divided into introductory theoretical part and main practical and designing part. Theoretical part analyses the energy concept of the building and recommends appropriate solutions. Projection part contains detailed documentation of ventilation system with central air units.
Author's first name and surname:	Jaroslav Krejska
Title:	Design of the ventilation system within the conversion of a hall structure into a residential building
Type of thesis:	Diploma thesis
Department:	Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, Department of Microenvironmental and Building Services Engineering, Thákurova 7, 166 29 Prague 6
Supervisor:	Ing. Zuzana Veverková Ph.D.
The year of presentation:	2016 / 2017
Key words:	Ventilation, mechanical ventilation, central ventilation, heat recuperation, residential ventilation, VAV regulator, stores ventilation, refundability of mechanical ventilation, energy optimization
Language:	Czech

Obsah

Zadání závěrečné práce.....	2
Prohlášení	3
Poděkování.....	4
Abstrakt.....	5
Abstract.....	6
Obsah	7
1 Úvod	9
2 Popis objektu.....	10
2.1 Stávající stav	10
2.1.1 Situace širších vztahů	10
2.1.2 Perspektivní snímky stávajícího stavu	11
2.1.3 Základní informace o konstrukci a energetických systémech stávajícího objektu 12	
2.1.4 Popis stávajícího využití.....	13
2.2 Navrhovaný stav.....	13
2.2.1 Popis konverze a záměr využití objektu	13
2.2.2 Prostorové znázornění stávajícího a navrhovaného stavu objektu.	14
3 Analýza energetického konceptu objektu	17
3.1 Části energetického konceptu	17
3.1.1 Zóny a profily užívání jednotlivých částí objektu:	17
3.1.2 Zdroj tepla, vytápění.....	17
3.1.3 Ohřev teplé vody	17
3.1.4 Větrání objektu	17
3.1.5 Tepelná stabilita objektu a potřeba chlazení	18
3.1.6 Tepelně technická analýza konstrukcí.....	18
3.2 Větrání objektu – analýza možností a výběr varianty	20
3.2.1 Technické a provozní porovnání jednotlivých variant řešení větracího systémů – Zóna 1 - byty.....	22
3.2.2 Ekonomické posouzení provozu a pořízení jednotlivých variant řešení větracího systémů – Zóna 1 - byty.....	23
3.2.3 Závěr – volba větracího systému a odůvodnění – Zóna 1 - byty.....	30
3.3 Tepelná stabilita objektu v létě a potřeba chlazení.....	32

3.3.1	Úvod a požadavky	32
3.3.2	Postup a způsob posouzení.....	32
3.3.3	Výchozí podmínky pro posouzení	34
3.3.4	Posouzení	35
3.3.5	Vyhodnocení	39
3.3.6	Závěr – tepelná stabilita objektu v létě a potřeba chlazení.....	39
4	Seznam literatury a podkladů	41
5	Přílohy.....	42

1 Úvod

V průběhu volby tématu své diplomové práce jsem využil naskytnuté příležitosti a rozhodl jsem se předmětem své práce nezávazně podílet na reálně existujícím záměru celkové stavební konverze stávajícího objektu, který se nachází na konci své technické i ekonomické životnosti.

Pro mě osobně je toto téma velmi perspektivní a rád bych se jím zabýval i do budoucna. Volné stavební parcely v rozsáhlejších sídelních útvarech mizí a naopak potencionálních příležitostí stavebních konverzí budov je mnoho a jejich počet se bude zvyšovat. Konverze budovy jako proces s sebou však přináší řadu nových požadavků, které je nutno splnit i přes omezení či podmínky, vycházející z provedení či stavu původního objektu.

Obvyklým cílem konverzí jsou starší průmyslové či výrobní objekty se solidní konstrukcí, pocházející z přelomu 19. a 20. století, či začátku 20. století. V tomto případě se však jedná o objekt výrazně mladší, pocházející z konce 20. století. Předmětem konverze je stávající prodejní objekt halového typu, který by se v budoucnu měl stát bytovým domem s přidruženou funkcí komerce.

Vzhledem k jedinečné příležitosti nahlížet na celý záměr již od začátku, z pohledu energetiky a systémů technických zařízení budov, bude můj postup následující:

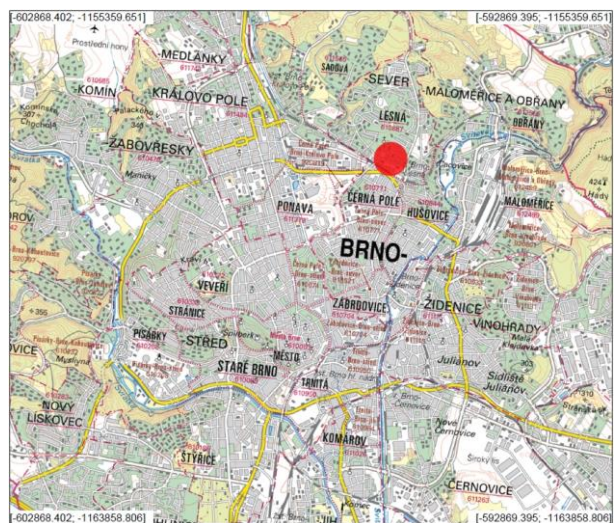
1. Analyzování možností energetického konceptu objektu s využitím energetického modelování a simulací, doporučení vhodných dílčích kroků či úprav.
2. Návrh větracího systému budovy.

2 Popis objektu

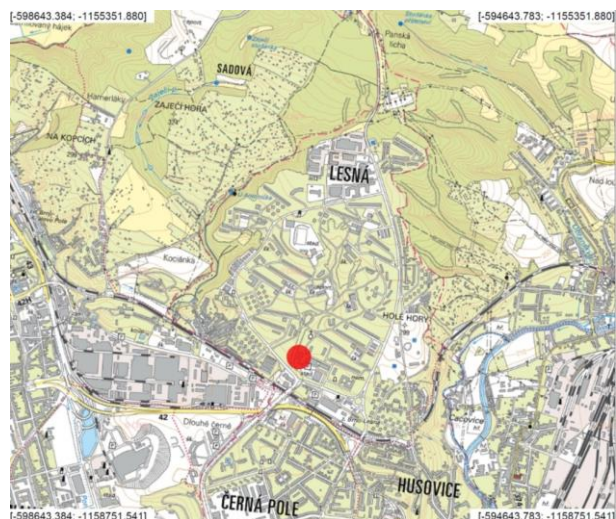
2.1 Stávající stav

2.1.1 Situace širších vztahů

Objekt se nachází v Brně, městské části Lesná, konkrétně na Halasově náměstí. V blízkosti jeho polohy se nachází centrum občanské vybavenosti městské části a objekt zároveň leží na hranici obytné zóny s velkým množstvím bytových domů.



Obrázek 1 – Situace širších vztahů

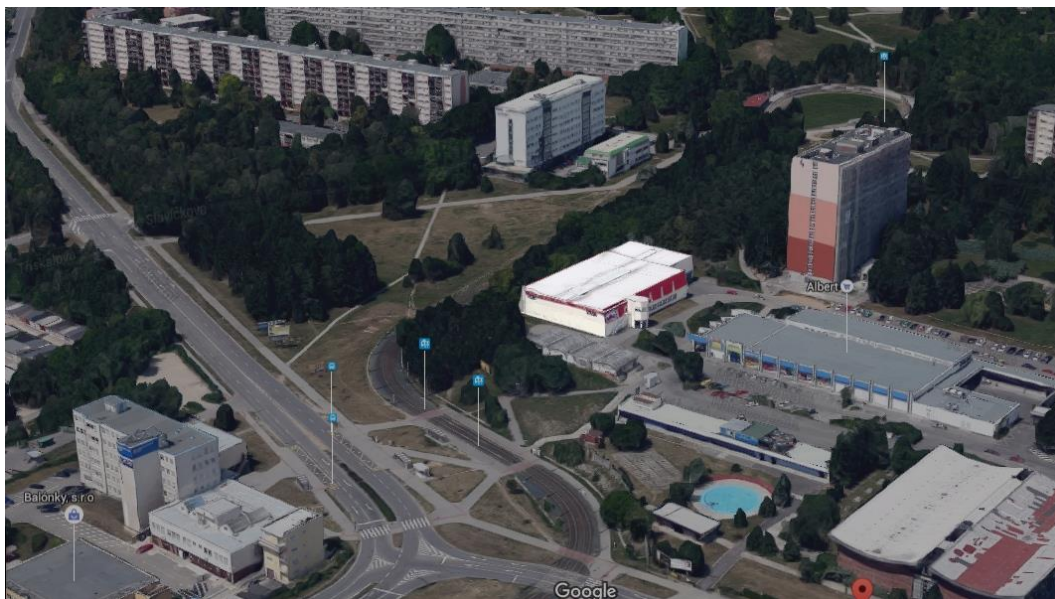


Obrázek 2 - Situace širších vztahů

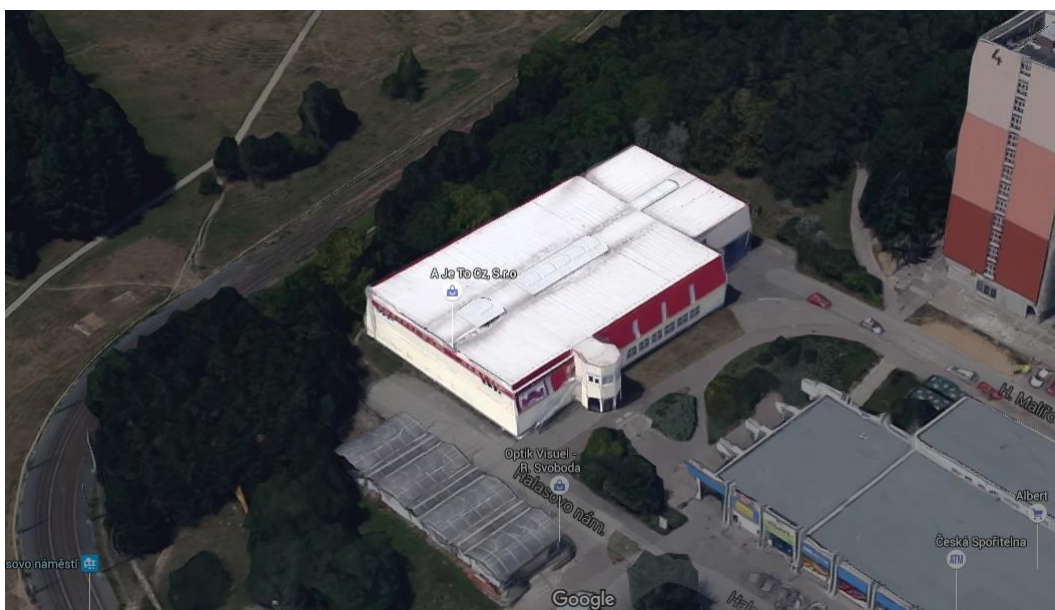
¹ Základní mapy ČR: ČÚZK [online]. [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

² Základní mapy ČR: ČÚZK [online]. [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

2.1.2 Perspektivní snímky stávajícího stavu



Obrázek 3 - Perspektivní snímek stávajícího objektu a okolí



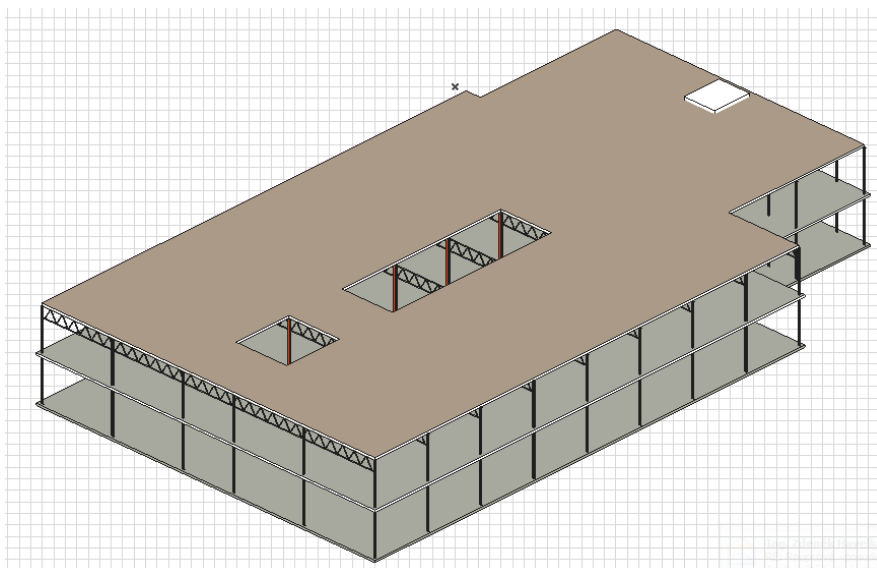
Obrázek 4 - Perspektivní snímek stávajícího objektu

3 Snímky ©2017 Google, Mapová data ©2017; <https://www.google.cz/maps/place/Halasovo+nám.,+638+00+Brno-sever/@49.2228705,16.6235313,112a,20y,343.04h,59.14t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47129478cecd2871:0xaffdb8dd247987db!8m2!3d49.223652!4d16.6247322>

4 Snímky ©2017 Google, Mapová data ©2017; <https://www.google.cz/maps/place/Halasovo+nám.,+638+00+Brno-sever/@49.2228705,16.6235313,112a,20y,343.04h,59.14t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47129478cecd2871:0xaffdb8dd247987db!8m2!3d49.223652!4d16.6247322>

2.1.3 Základní informace o konstrukci a energetických systémech stávajícího objektu

Základním konstrukčním systémem objektu je ocelový skelet z válcovaných profilů. Konstrukce stropu mezi 1NP a 2NP je vždy ob 1 pole vyvěšena ocelovým spletcem a uložena do systému průvlaků z válcovaných profilů, samotná deska je tvořena trapézovým plechem. Střecha objektu (tedy strop nad 2NP) je vynesena ocelovými příhradami na rozpětí cca 10 metrů. Příhrady mají výšky 1,1 – 0,9 m. Konstrukční systém i konstrukce stropů budou zachovány pro další využití a jejich stávající provedení má tedy zásadní vliv na trasování nových rozvodů TZB.



Obrázek 5 - Schéma stávajícího konstrukčního systému

Veškeré ostatní kompletační konstrukce budou v rámci konverze odstraněny a jejich stávající provedení proto není relevantní. Z hlediska tepelně technického žádná z konstrukcí obálky nevyhovuje požadavkům.

Systém vytápění stavby je napojen na stávající soustavu CZT a zachování tohoto napojení je jednou z podmínek konverze (viz dále).

Budova nemá větrací systém, je větrána přirozeně, nedostatečně.

Budova není chlazena.

2.1.4 Popis stávajícího využití

Objekt pochází ze 70. let, původně koncipován jako tržnice ovoce a zeleniny, později na konci 90. let minulého století byl upraven a využíván jako velkoprostorová prodejna kožerů a později i nábytku. V dnešní době již provoz této prodejny není rentabilní a bude proto brzy ukončen.

2.2 Navrhovaný stav

2.2.1 Popis konverze a záměr využití objektu

V navrhovaném stavu má objekt celkem 3 nadzemní podlaží (původně 2 nadzemní podlaží).

V úrovni 1NP se budou nacházet společné prostory vstupu a zázemí bytového domu, dále pak samostatný blok pěti komerčních prostor – prodejen. V převážné části 1NP se nachází otevřená parkovací plocha, která je do hmoty budovy začleněna pouze lehkým perforovaným pláštěm ve formě kovového rastru.

V úrovni 2NP se již nachází pouze provoz bytového domu. Ze společných prostor (chodba, schodiště) se vstupuje do jednotlivých bytových jednotek. Jednotlivé bytové jednotky jsou úzké, obdélníkového půdorysného tvaru.

Převážná většina navrhovaných bytových jednotek (16 z 24) jsou tzv. mezonety, tedy byty zasahující do dvou podlaží (2NP a 3NP) s vertikální komunikací uvnitř bytu. V jižní části (na axonometrickém zobrazení vlevo) jsou byty běžné, jednopodlažní.

V jižní části (na axonometrickém zobrazení vlevo) v úrovni 3NP se nachází další samostatné byty, ve zbývající části 3NP se nacházejí horní úrovně mezonetových bytů a příslušné střešní terasy k jednotlivým bytům.

Arkýřovitý výstupek na severovýchodní fasádě bude odstraněn.

2.2.2 Prostorové znázornění stávajícího a navrhovaného stavu objektu.



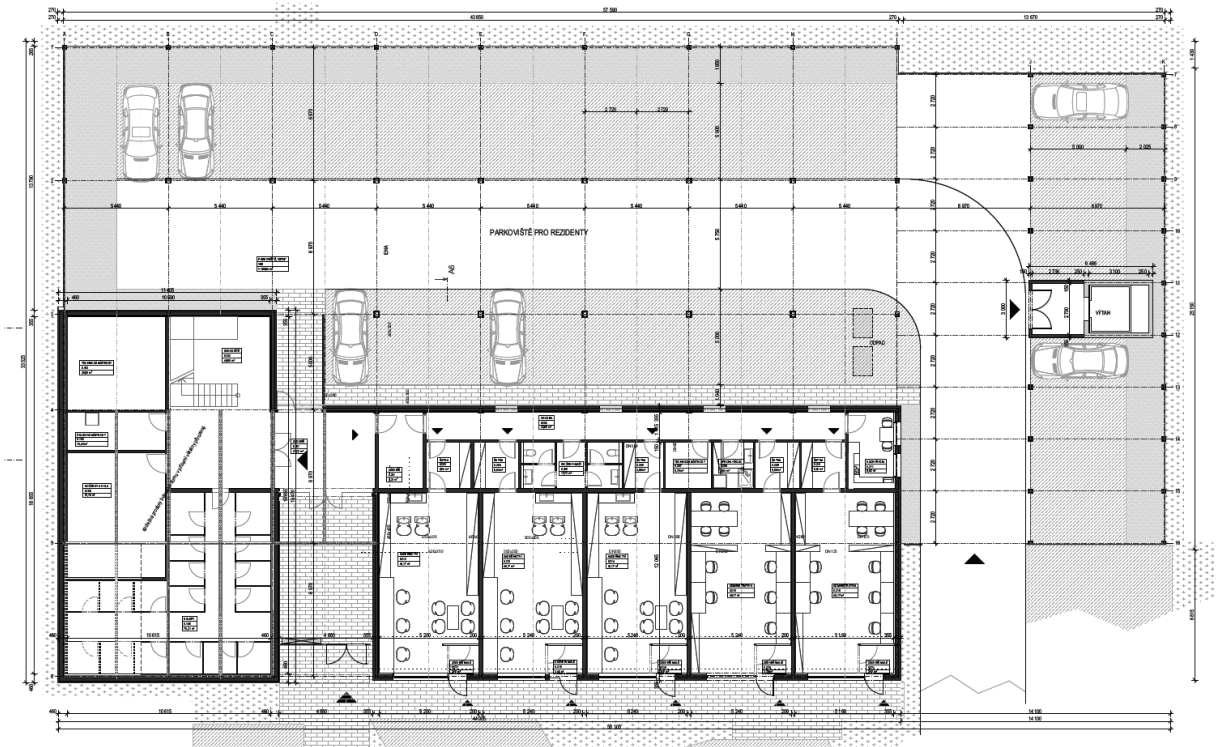
Obrázek 6 - Perspektiva stávajícího stavu



Obrázek 7 - Axonometrie navrhovaného stavu

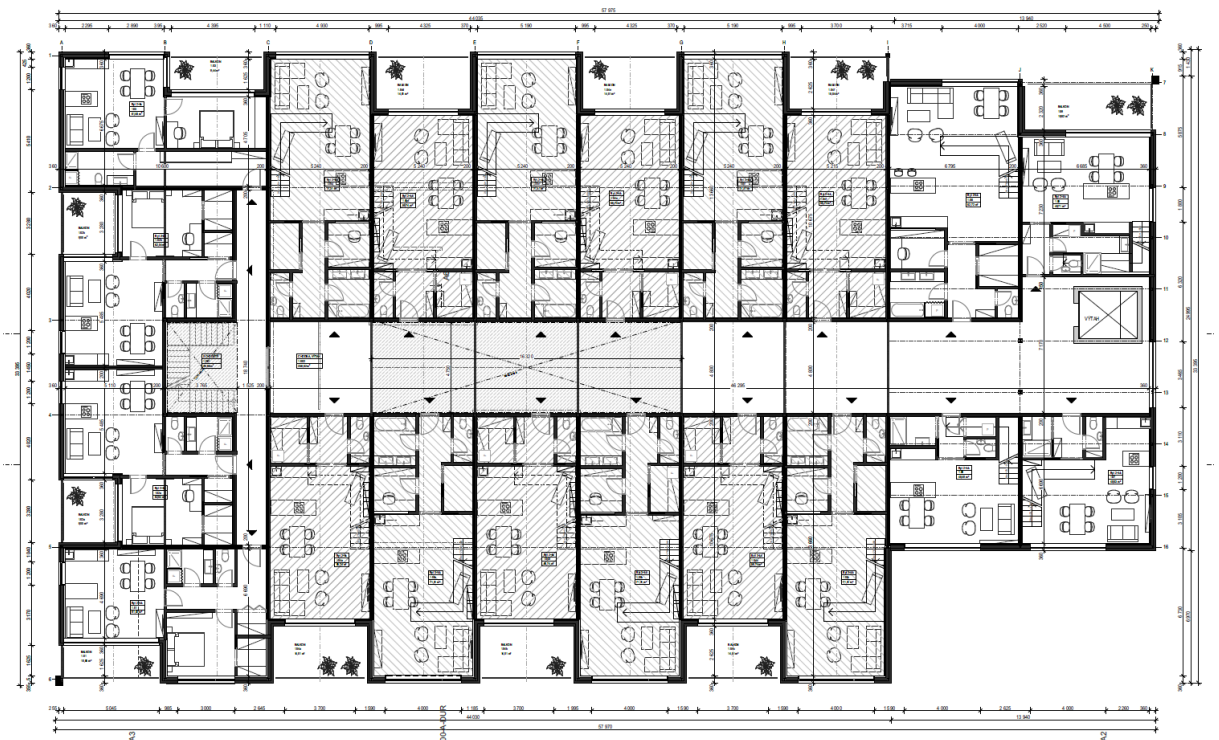
⁵ Snímky ©2017 Google, Mapová data ©2017; <https://www.google.cz/maps/place/Halasovo+nám.,+638+00+Brno-sever/@49.2228705,16.6235313,112a,20y,343.04h,59.14t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47129478cecd2871:0xaffdb8dd247987db!8m2!3d49.223652!4d16.6247322>

⁶ Architektonická studie, ING. System s.r.o., 69/2016

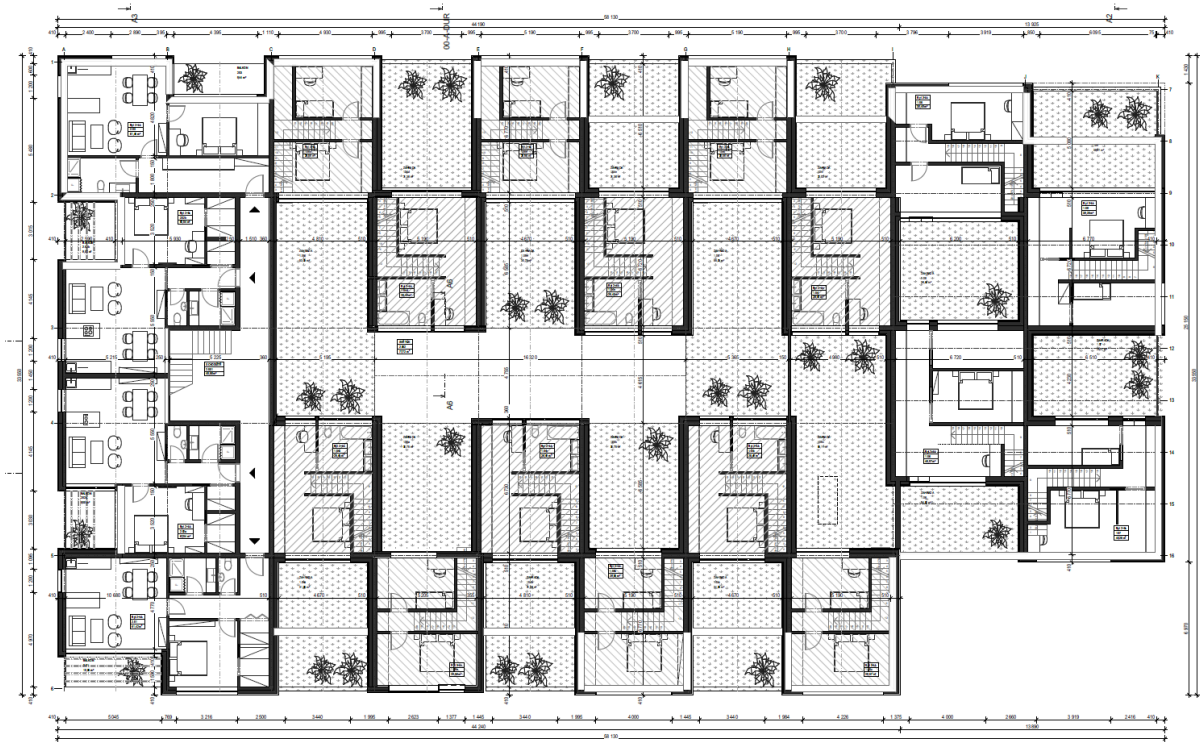


Obrázek 8 - Půdorys 1NP navrhovaný stav

7



Obrázek 9 - Půdorys 2NP navrhovaný stav



Obrázek 10 - Půdorys 3NP navrhovaný stav

3 Analýza energetického konceptu objektu

Za účelem posuzování bylo provedeno zpracování energetické modelu objektu pomocí nástroje NKN⁸. Zdrojová data byla zadávána na základě skutečně dostupných dat (studie a dokumentace DÚR objektu⁹) a dále obecně dle TNI 73 0331 a ČSN 73 0540-2.

3.1 Části energetického konceptu

3.1.1 Zóny a profily užívání jednotlivých částí objektu:

- Zóna 1: Bytový dům – obytné prostory, byty ($t_i = 20^\circ\text{C}$, větrání dle osob)
- Zóna 2: Bytový dům – komunikační a ostatní prostory ($t_i = 16^\circ\text{C}$, větrání dle plochy)
- Zóna 3: Komerční prostory a jejich zázemí ($t_i = 20^\circ\text{C}$, větrání dle osob)

3.1.2 Zdroj tepla, vytápění

Stávající tepelným zdrojem objektu je výměňková stanice napojená na místní soustavu CZT. Vzhledem k dlouhodobým smluvním podmínkám vztahu majitele objektu a provozovatele soustavy CZT je v současné době výměna typu zdroje ekonomicky neproveditelná a nerentabilní, dále bude proto uvažováno s tímto zdrojem a návrh jeho výměny není dále posuzován.

Zdrojem pro vytápění je tedy centrální zdroj s vysokým teplotním potenciálem.

Tento typ zdroje je obzvláště vhodný pro úsekové (či bytové jednotky) výměňkové stanice, které budou napojeny na páteřní okruh otopné vody v objektu.

3.1.3 Ohřev teplé vody

Zdroj tepla pro ohřev teplé vody je centrální. Teplá voda je pro jednotlivé úseky (či bytové jednotky) připravována v lokálních výměňkových stanicích – viz koncept vytápění.

3.1.4 Větrání objektu

Posouzení a volba variant je předmětem samostatné kapitoly, viz dále.

⁸ Výpočetní nástroj NKN II vznikl za podpory Evropské unie, projektu OP VaVpl č. CZ.1.05/2.1.00/03.0091 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov © katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební, ČVUT v Praze 2014 / nkn.fsv.cvut.cz / e-mail: nkn@fsv.cvut.cz

⁹ Dokumentace pro územní řízení: Změna účelu, stavební úpravy a nástavba prodejního halového objektu 822/6, Halasovo náměstí, Brno- Lesná, ING. System s.r.o, září 2016

3.1.5 Tepelná stabilita objektu a potřeba chlazení

Posouzení a volba variant jsou předmětem samostatné kapitoly, viz dále.

3.1.6 Tepelně technická analýza konstrukcí

3.1.6.1 Neprůsvitné konstrukce

Popis:

Návrh objektu vychází ze stávajícího ocelového skeletu. Nové obvodové i vnitřní dělicí konstrukce (zvláště pak v 2NP a 3NP) jsou navrženy jako „lehké“. Předpokladem pro stěny je proto skladba z vnějšího sendvičového panelu typu „Kingspan“ s IPN výplní tl. 120 mm, dále výplňová vrstva z minerální vaty tl. 160 mm v úrovni nosné ocelové konstrukce a vnitřní předstěna z deskového materiálu. Předpoklad součinitele prostupu tepla pro danou skladbu konstrukce činí $U_j = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_{N,rq,j} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$). Stěny v úrovni 1NP budou vyžděny z plynosilikátových tvárnic a doplněny kontaktním zateplovacím systémem či sendvičovým panelem. Předpoklad součinitele prostupu tepla $U_j = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_{N,rq,j} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Konstrukce střech bude řešena nosným trapézovým plechem, doplněným skladbou jednoplášťové střechy s izolací z expandovaného polystyrenu. Z vnitřní strany zavěšený podhled z deskového materiálu a vrstvy minerální vaty. Předpoklad součinitele prostupu tepla pro danou skladbu konstrukce činí $U_j = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_{N,rq,j} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Podlaha vystavená exteriéru (ve 2NP, nad otevřenou parkovací plochou) bude opět konstrukčně řešena trapézovým plechem s minerální izolací vloženou na spodní stranu. Roznášecí vrstva podlahy je plovoucí lehká, z deskových materiálů. Předpoklad součinitele prostupu tepla pro danou skladbu konstrukce činí $U_j = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_{N,rq,j} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Zhodnocení a doporučení pro další návrh

Konstrukce jsou navrženy jako velmi dobře izolované, avšak výhradně jako „lehké“ (obzvláště pak v bytové části v 2NP a 3NP) s velmi omezenou schopností akumulace tepelné energie. Toto je nutné zohlednit při posuzování tepelné stability (přehřívání) jednotlivých částí objektu. Viz samostatná kapitola.

Obecně lze doporučit v maximální možné míře zvětšit podíl hmoty s vyšší tepelnou kapacitou v interiérech a to například vrstvením deskových materiálů předstěn a podhledů, dále lze doporučit variantu těžké plovoucí podlahy (betonová mazanina, litý potěr), pokud to statické parametry objektu umožní. Těmito opatřeními bude výrazně zvýšena schopnost akumulace tepla místností a tím pozitivně ovlivněno chování místností v kritickém časovém úseku.

3.1.6.2 Průsvitné konstrukce

Popis:

Prosklené plochy (okna) v jednotlivých bytových jednotkách jsou navrženy téměř přes celé průčelí, směrem do exteriéru. Předpokladem je použití zasklení se součinitelem prostupu tepla $U_g < U_{g,6} \text{ W/m}^2\text{K}$ a energetickou propustností $g < 50 \%$. Předběžným předpokladem je použití vnějších stínících prvků.



Obrázek 11 - Výřez z půdorysu 2NP - navrhovaný stav

¹⁰ Grafika – výřez Půdorys 2NP, Půdorys 2NP, Dokumentace DÚR, ING. System s.r.o., 69/2016



11

Obrázek 12 - Axonometrie navrhovaného stavu

Zhodnocení a doporučení pro další návrh:

Podíl prosklení v průčelí bytů je velmi vysoký a mimo příznivý vnější a vnitřní estetický dojem přináší vysoké riziko letního přehřívání interiéru. Je proto nezbytně nutné navrhnout a posoudit další opatření – vnější a vnitřní stínění prosklených ploch s částečně automatizovanou regulací, úprava součinitele prostupu energie zasklení (selektivní vrstva atd.), příp. zmenšení podílu prosklených ploch.

Pozn: Této části se podrobně věnuje samostatná kapitola.

3.2 Větrání objektu – analýza možností a výběr varianty

Zóna 1 – byty 2NP+3NP

Větrání obytné části bytového domu je třeba zajistit dle ČSN EN 15665/Z1. Vzhledem ke skutečnosti, že je předpokládána vysoká úroveň těsnosti celé stavby, provětrávání infiltrací bude zcela nedostatečné. Za účelem splnění požadavku větrání byly proto

¹¹ Architektonická studie, ING. System s.r.o., 69/2016

navrženy různé varianty řešení (viz dále), které budou dále posuzovány a porovnávány, dle technických a ekonomických kritérií.

- **Varianta A:** Hybridní větrání Zóny 1 kombinací oken, odtahových ventilátorů a přírodních štěrbin. Účinnost rekuperace odpadního tepla $\eta_{H,hr} = 0\%$.
- **Varianta B:** Lokální malé větrací jednotky s rekuperačním či regeneračním výměníkem.
- **Varianta C:** Decentrální vzduchotechnická jednotka pro každý byt.
- **Varianta D:** Centrální vzduchotechnická jednotka pro celou zónu s páteřním rozvodem na chodbě a regulačními klapkami pro jednotlivé byty.

Zóna 2- společné prostory bytového domu 1NP, 2NP, 3NP

Zóna bude provětrávána přirozeně a to kombinací oken a světlíkových klapek s elektricky ovládaným pohonem (součást systému požární ochrany). Provětrání bude probíhat na základě zjištěné koncentrace CO₂. Není předmětem posouzení.

Zóna 3 – komerční prostory v 1NP

Tuto zónu je nezbytně nutno nuceně větrat systémem řízeného větrání. Variantní možnosti proto pro tuto zónu nejsou posuzovány.

3.2.1 Technické a provozní porovnání jednotlivých variant řešení větracího systémů – Zóna 1 - byty

Kritérium	Varianta A - hybridní	Varianta B – malé větrací jednotky	Varianta C – VZT jednotky byt	Varianta D – VZT jednotka centrální
Způsob provětrání bytu	Systém zajišťuje přívod vzduchu do obytných místností a odvod z kuchyně, koupelny, WC, provětráván je tedy celý prostor.	Systém provětrává místnosti na principu střídavého odvodu a přívodu z daného bodu.	Systém zajišťuje přívod vzduchu do obytných místností a odvod z kuchyně, koupelny, WC, provětráván je tedy celý prostor.	Systém zajišťuje přívod vzduchu do obytných místností a odvod z kuchyně, koupelny, WC, provětráván je tedy celý prostor.
Komfort větrání	Přiváděný vzduch je vždy bez úpravy, tj. v zimním období velmi chladný.	Přiváděný vzduch upraven rekuperací s účinností 60 – 70%, tj. teplota cca 15 - 17°C.	Přiváděný vzduch je před distribucí tepelně upraven do komfortní úrovně (20°C). Variantně lze využít jednotku s entalpickým výměníkem.	Přiváděný vzduch je před distribucí tepelně upraven do komfortní úrovně (20°C). Lze použít zvlhčovací modul.
Uživatelská regulace	Systém umožňuje uživatelskou regulaci v omezeném rozsahu (větrání průběžné, větrání nárazové, vypnuto).	Systém umožňuje uživatelskou regulaci v omezeném rozsahu (větrání průběžné, větrání nárazové, vypnuto).	Systém umožňuje uživatelskou regulaci v celém rozsahu..	Systém umožňuje uživatelskou regulaci v celém rozsahu..
Údržba	Jednotlivá zařízení, která je v případě poruchy třeba na místě diagnostikovat. Je nutná pravidelná údržba dle servisního plánu, především výměna filtrů.	Jednotlivá zařízení, která je v případě poruchy třeba na místě diagnostikovat. Je nutná pravidelná údržba dle servisního plánu, především výměna filtrů.	Systém je možno ovládat, diagnostikovat a kontrolovat vzdálenou správou. Je nutná pravidelná údržba dle servisního plánu, především výměna filtrů, revize mechanických zařízení, čištění vzduchovodů.	Systém je možno ovládat, diagnostikovat a kontrolovat vzdálenou správou. Je nutná pravidelná údržba dle servisního plánu, především výměna filtrů, revize mechanických zařízení, čištění vzduchovodů.
Kvalita větracího vzduchu	Sání čerstvého vzduchu probíhá z fasády, hrozba znečištění vzduchu dopravou.	Sání čerstvého vzduchu probíhá z fasády, hrozba znečištění vzduchu dopravou.	Sání čerstvého vzduchu je možné provést ze střechy objektu, kde vzduch není ohrožen znečištěním z dopravy a okolí.	Sání čerstvého probíhá na střeše objektu, kde vzduch není ohrožen znečištěním z dopravy a okolí.
Požadavek na páteřní vedení objektem	Řešení vyžaduje horizontální páteřní vedení pro odvedení odsávaného vzduchu na střechu objektu.	Bez požadavku.	Řešení vyžaduje horizontální páteřní vedení pro přívod venkovního a odvod odpadního vzduchu jednotek, neboť z důvodu dispozice a využití střechy pro střešní terasy není možný přímý výfuk a sání na střechu.	Řešení vyžaduje horizontální páteřní vedení pro přiváděný a odváděný vzduch z bytů.
Dopad na architektonické řešení objektu	Četné přívodní prvky zasahují do architektonického řešení fasády.	Četné větrací jednotky zasahují do architektonického řešení fasády.	Bez dopadu.	Centrální jednotka umístěná na střeše, viditelná z nahledu.
Proveditelnost řešení	Řešení lze v tomto případě použít.	Řešení nelze použít, vzhledem k dispozičnímu uspořádání objektu. Nebylo by možné provětrat koupelny a kuchyně dle požadavku.	Řešení lze v tomto případě použít, byty však disponují pouze omezeným prostorem na instalaci jednotek.	Řešení lze v tomto případě použít.

Tabulka 1

3.2.2 Ekonomické posouzení provozu a pořízení jednotlivých variant řešení větracího systémů – Zóna 1 - byty

3.2.2.1 Vstupní data a předpoklady pro posouzení

Za účelem posuzování bylo provedeno zpracování energetické modelu objektu pomocí nástroje NKN¹². Zdrojová data byla zadávána na základě skutečně dostupných dat (studie a dokumentace DÚR objektu¹³) a dále obecně dle TNI 73 0331 a ČSN 73 0540-2

Potřebné množství vzduchu bylo nastaveno profilem užívání pro daný typ provozu (následně bylo zjištěno, že toto množství rámcově odpovídá skutečné vypočtené potřebě vzduchu na kontinuální větrání prostor). Nárazové větrání není v objemu větrání zohledněno, neboť uvažuji, že se svým rozsahem vykrývám s omezeným větráním v režimu útlumu, v době, kdy je byt prázdný.

Zóna 1 – byty ... 2 750 m³/hod

3.2.2.2 Postup a způsob posouzení

1. Zjištění finančního rozdílu (nároky na energie) v provozu větracích systémů
2. Zjištění finančního rozdílu v pořízení a údržbě systémů
3. Ekonomické zhodnocení dat z provozu a pořízení systémů

3.2.2.3 Posouzení

S využitím dat získaných z nástroje NKN byl stanoven předpokládaný energetický požadavek jednotlivých variant řešení systému. Tedy dopad na celkovou energii potřebnou na vytápění objektu a energii potřebnou na provoz vzduchotechnického systému.

¹² Výpočetní nástroj NKN II vznikl za podpory Evropské unie, projektu OP VaVpl č. CZ.1.05/2.1.00/03.0091 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov © katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební, ČVUT v Praze 2014 / nkn.fsv.cvut.cz / e-mail: nkn@fsv.cvut.cz

¹³ Dokumentace pro územní řízení: Změna účelu, stavební úpravy a nástavba prodejního halového objektu 822/6, Halasovo náměstí, Brno- Lesná, ING. System s.r.o, září 2016

Zadávané technické parametry pro jednotlivé varianty ¹⁴			
	Varianta A	Varianta C	Varianta D
η rekuperace	0,00%	80,00%	85,00%
SFP [Ws/m3]	250	1850	1620

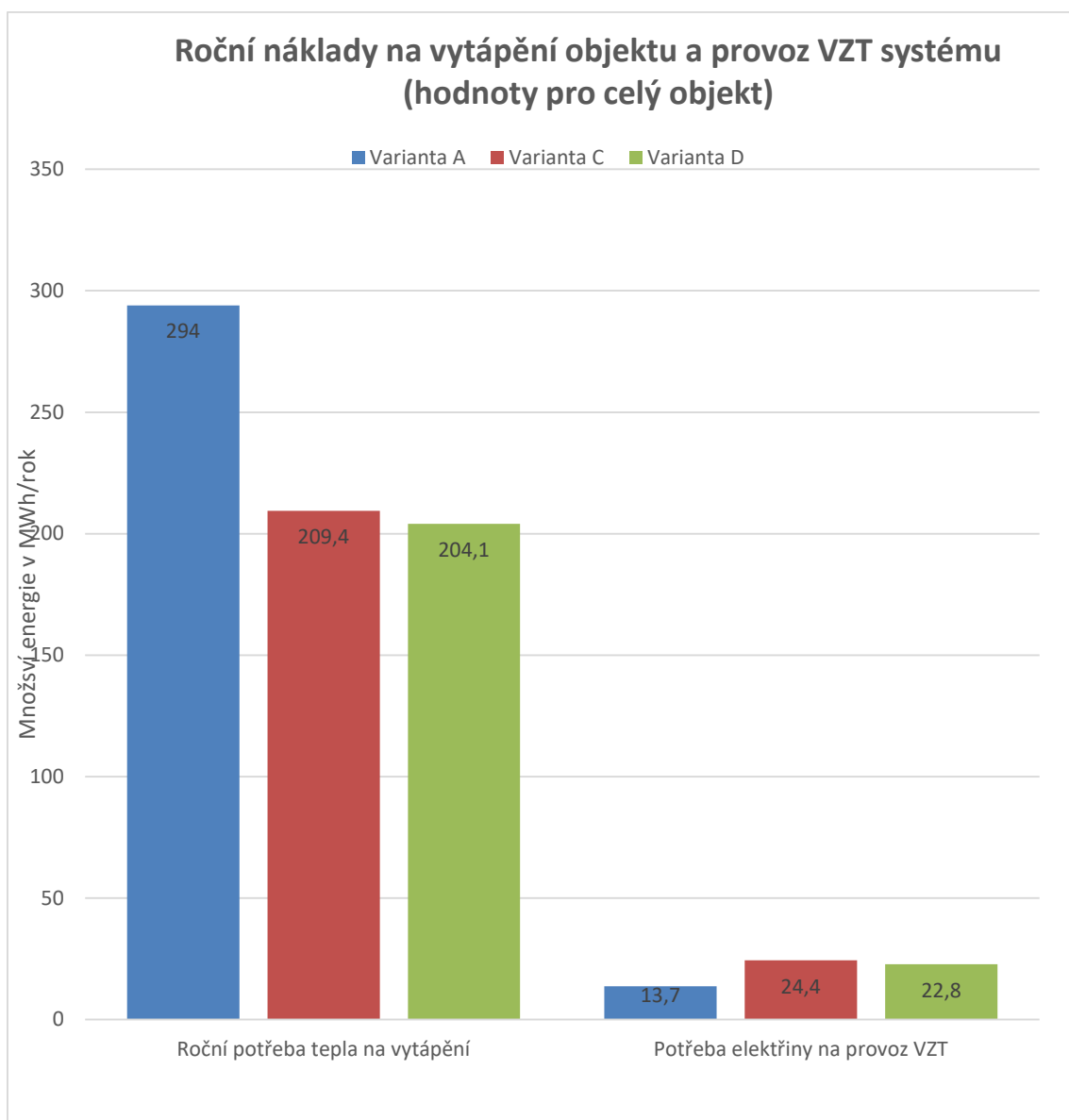
Tabulka 2

Z principu modelu zadaného v NKN (celá budova) jsou hodnoty v tabulce a grafu níže platné pro provoz celé budovy. Rozdíly v těchto hodnotách je však generován pouze zónou 1 -byty (neboť parametry ostatních zón se nemění), a dále bude uvažováno již jen s těmito rozdíly.

Roční náklady na vytápění objektu a provoz VZT systému (hodnoty pro celý objekt)		
	Roční potřeba tepla na vytápění	Potřeba elektřiny na provoz VZT
	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Varianta A	294	13,7
Varianta C	209,4	24,4
Varianta D	204,1	22,8

Tabulka 3

¹⁴ Data zjištěna z technické dokumentace vybraných reprezentativních produktů



Obrázek 13

Z grafu výše jsou patrné rozdíly dle předpokladu. Varianty C a D představují významnou roční úsporu v potřebě tepla na vytápění, samotný provoz VZT je ovšem náročnější (motory ventilátorů).

V tabulce níže jsou uvedeny vypočtené rozdíly hodnot. Je uvažován pouze rozdíl mezi variantou D a A, neboť varianta C se v technickém porovnání výše ukázala jako nevhodná (pro lokální jednotky by bylo nutné páteřní vedení venkovního a odpadního vzduchu, neboť z důvodu dispozice a využití střechy pro střešní terasy není možný přímý výfuk a sání na střechu)

Rozdíl ročních nákladů na vytápění objektu a provoz VZT systému [MWh/rok]		
	Roční potřeba tepla na vytápění	Potřeba elektřiny na provoz VZT
	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Rozdíl varianta A – D (nejhorší – nejlepší)	89,9	-
Rozdíl varianta D – A (nejhorší – nejlepší)	-	9,1

Tabulka 4

Tyto hodnoty byly násobeny cenou za jednotku energie a tedy kalkulován jejich finanční dopad, tedy předpokládaný roční finanční rozdíl v provozu systémů. Uvažovaná cena elektrické energie je průměrná cena v tarifu D25d za nepřetržitý provoz. Cena za jednotku tepla dodávaného CZT je dle skutečnosti, z fakturace za poslední rok. Ceny s DPH.

Rozdíl ročních nákladů na vytápění objektu a provoz VZT systému [Kč]		
	Roční potřeba tepla na vytápění	Potřeba elektřiny na provoz VZT
	2410 Kč / MWh	2800 Kč / MWh
Rozdíl A - D	216 659,00 Kč	-
Rozdíl D - A	-	25 480,00 Kč

Tabulka 5

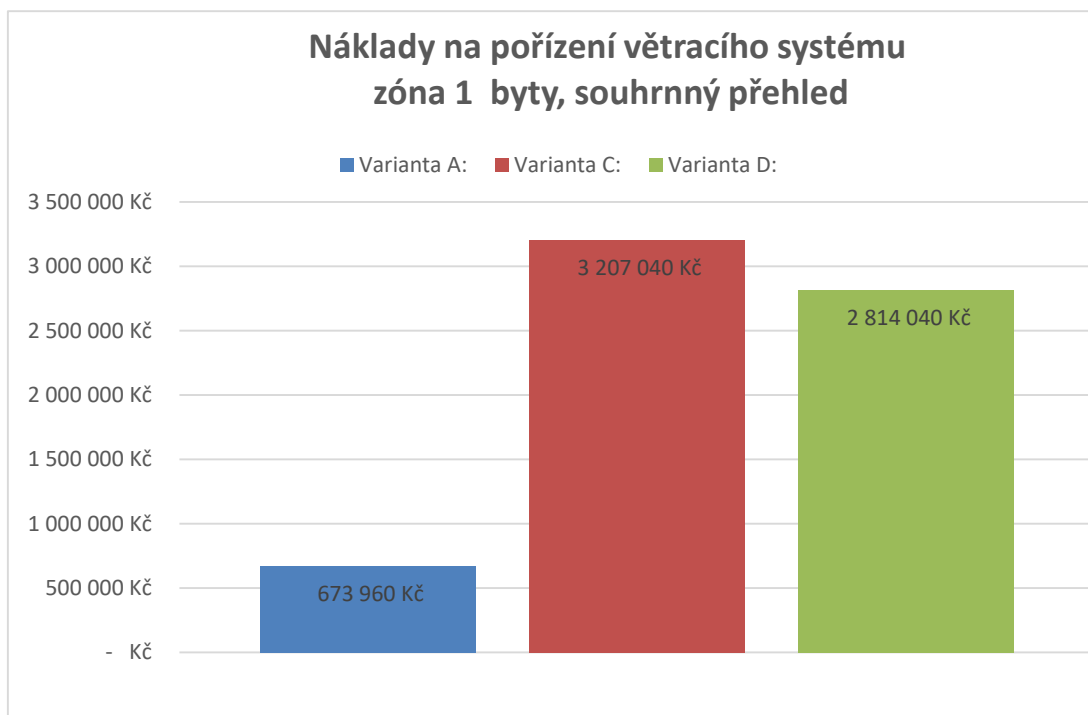
Roční úspora generovaná variantou D, tedy centrálním větracím systémem s rekuperací tepla, oproti variantě A, hybridní větrání, činí tedy 216 659 Kč, roční náklady na provoz (pohon jednotky) jsou však vyšší o 25 480 Kč. Absolutní úspora za energie tedy činí $216\,659 - 25\,480 = 191\,179$.

Dále byly, formou zajištění kvalifikovaného odhadu od realizační firmy, zjištěny náklady na pořízení a údržbu variant systému a zjištěn konečný rozdíl v pořizovacích cenách.

Předpoklad nákladů na pořízení VZT systému:			
	množství	cena za 1mj	celkem
Varianta A:			
Štěrbínový systém - byt jednopodlažní	8	13 500 Kč	108 000 Kč
Štěrbínový systém - byt mezonet	16	17 500 Kč	280 000 Kč
Ventilátory odvodní s ovládacími prvky	24	5 500 Kč	132 000 Kč
Páteří vedení a hlavice střešní	1	153 960 Kč	153 960 Kč
Celkem za variantu A			673 960 Kč
Varianta C:			
Rozvody v bytě - byt jednopodlažní	8	45 000 Kč	360 000 Kč
Rozvody v bytě - byt mezonet	16	65 000 Kč	1 040 000 Kč
Jednotka bytová a ovládací prvky	24	55 000 Kč	1 320 000 Kč
Páteří vedení a hlavice střešní	1	487 040 Kč	487 040 Kč
Celkem za variantu C			3 207 040 Kč

Varianta D:			
Rozvody v bytě - byt jednopodlažní	8	45 000 Kč	360 000 Kč
Rozvody v bytě - byt mezonet	16	65 000 Kč	1 040 000 Kč
Sestava smart box a ovládací prvky	24	25 500 Kč	612 000 Kč
Nástřešní jednotka se sestavou sání a výfuk	1	355 000 Kč	355 000 Kč
Páteřní vedení	1	447 040 Kč	447 040 Kč
Celkem za variantu D			2 814 040 Kč

Tabulka 6



Obrázek 14

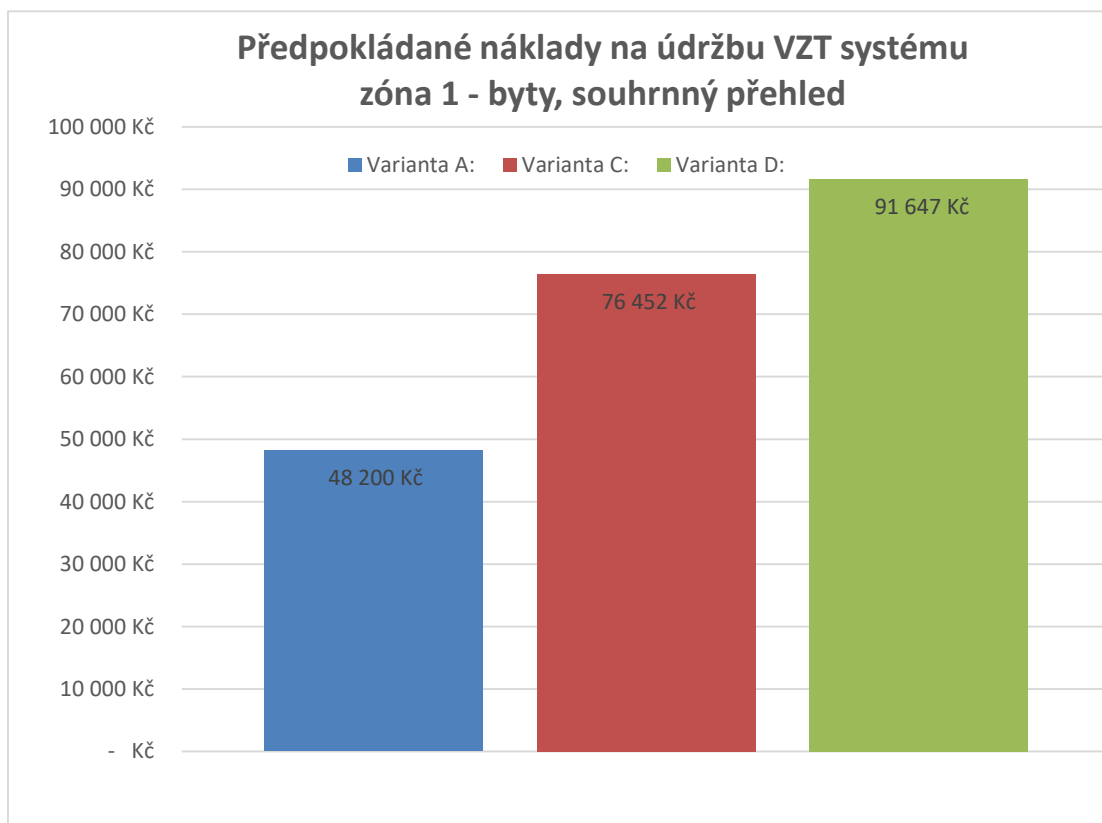
Z hodnot výše je patrný vysoký rozdíl v pořizovacích nákladech jednotlivých systémů. Poměr nákladů odpovídá obecnému předpokladu v pořizovacích nákladech větracích systémů a může mít při rozhodnutí investora ohledně volby systému zcela zásadní vliv. Zvláště pak tehdy, když investor nemůže nebo není ochoten brát ohled na dlouhodobý efekt rozhodnutí.

Rozdíl v ceně varianty C a D způsobuje především fakt, že celková spíše horizontální orientace objektu a jeho dispoziční uspořádání (členité terasy v úrovni 3NP) vynucuje horizontální páteřní vedení pro sání a výfuk jednotek.

Předpoklad ročních nákladů na údržbu varianty VZT systému - pouze zóna 1 - byty	
Varianta A:	
Náklady na správu regulačního systému a ostatní	5 000 Kč
Kompletní údržba dle servisního programu	43 200 Kč
Celkem za variantu A	48 200 Kč
Varianta C:	

Náklady na správu regulačního systému a ostatní	10 000 Kč
Kompletní údržba dle servisního programu	66 452 Kč
Celkem za variantu C	76 452 Kč
Varianta D:	
Náklady na správu regulačního systému a ostatní	10 000 Kč
Kompletní údržba dle servisního programu	81 647 Kč
Celkem za variantu D	91 647 Kč

Tabulka 7



Obrázek 15

Předpokládanými náklady na údržbu se rozumí: pravidelné preventivní vizuální a akustické kontroly zařízení, pravidelná výměna filtrů, pravidelná kontrola a případné čištění výměníků, revize klapky a dalších potrubních elementů, údržba jednotek a jejich jednotlivých mechanických a elektronických součástí, kontrola a čištění vzduchovodů a koncových elementů.

3.2.2.1 Ekonomické vyhodnocení

V této fázi posouzení se jako „základní“, tedy nejlevnější k pořízení a provozu, jeví varianta A – systém hybridního větrání. Jako nejefektivnější (nejvyšší generovaná úspora a zároveň nikoliv nejvyšší pořizovací cena) se jeví varianta D – systém řízeného větrání s centrální rekuperační jednotkou. K vyhodnocení použiji následující parametry, způsob získání hodnoty parametru je uveden v poznámce.

Souhrn parametrů pro vyhodnocení		
parametr	hodnota	poznámka
Doba životnosti projektu:	17,5 let	Předpokládaná životnost 15 – 20 let, v kalkulaci uvažován střed, tedy 17,5 roku
Předpokládaná investice:	2 140 080 Kč	pořízení varianty D minus pořízení varianty A
Předpokládaný roční výnos:	191 179 Kč	úspora za energie varianta D oproti variantě A
Předpokládaná roční změna výnosu:	+1%	změna ceny energií
Předpokládané roční náklady:	43 447 Kč	rozdíl údržbě systému varianty D minus varianty A
Předpokládaná roční změna nákladů:	+1%	

Tabulka 8

Vyhodnocení bylo provedeno formou výpočtu prosté a diskontované finanční návratnosti projektu.

Prostá doba návratnosti

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

IN investiční, jednorázové náklady na realizaci úspor
CF roční peněžní toky

Rovnice 1

Diskontovaná doba návratnosti:

$$T_{ds} = \frac{IN}{DCF} \quad DCF = \frac{CF}{(1+r)^t}$$

r diskont
t rok, ke kterému se DCF počítá

Rovnice 2

K samotnému výpočtu byl použit kalkulátor Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic¹⁵ dostupný na portálu tzb-info.cz

Prostá doba návratnosti investice za podmínek daných výše v tomto případě končí v 14. roce od doby investice a tedy 3,5 roku před koncem očekávané životnosti systému.

Diskontovaná doba návratnosti, při uvažování výnosu z alternativní investice ve výši 2%, končí v 16. roce od doby investice a tedy rok před koncem očekávané životnosti systému.

Ani v jednom případě nebyly uvažovány náklady na financování investice (úvěr).

3.2.3 Závěr – volba větracího systému a odůvodnění – Zóna 1 - byty

Z výše uvedených analýz tedy plyne:

Z hlediska technického a provozního se v daných podmínkách jeví jako nejvhodnější varianta D (systém řízeného větrání s centrální rekuperační jednotkou), neboť zajistí plynulý, regulovatelný a komfortní přísun čerstvého vzduchu. Alternativní a jindy obvykle vhodnější varianta C (systém řízeného větrání s decentrálními rekuperačními jednotkami pro jednotlivé byty) je v tomto případě technicky (a v důsledku toho i ekonomicky) znevýhodněna, neboť z důvodu dispozice a využití střechy pro střešní terasy není možný přímý výfuk a sání na střechu.

¹⁵ <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

Řešení bytového větrání variantou řízeného rovnotlakého větrání s rekuperační jednotkou (ať už centrální či decentrální) a úpravou vzduchu zvyšuje komfortní standard bytové jednotky na úroveň, která je u nadstandardních bytových jednotek více než žádoucí.

Podrobně viz porovnání v předchozí kapitole „3.2.1 Technické a provozní posouzení“.

Z hlediska dlouhodobého ekonomického pohledu je investice do dražší varianty D (systém řízeného větrání s centrální rekuperační jednotkou), v porovnání s výrazně levnější variantou A (systém hybridního větrání), investicí návratnou. Vzhledem k vypočtené době návratnosti blíží se předpokládané době životnosti systému se však rozhodně nedá hovořit o jednoznačné ekonomické výhodnosti. Podrobně viz porovnání v předchozí kapitole „3.2.2 Ekonomické posouzení“

Na základě výše uvedeného doporučuji variantu D – systém řízeného rovnotlakého větrání s centrální rekuperační jednotkou.

Návrh a projekt systému je součástí projekční části diplomové práce.

3.3 Tepelná stabilita objektu v létě a potřeba chlazení

3.3.1 Úvod a požadavky

Požadavky na letní tepelnou stabilitu specifikuje norma ČSN 73 0540-2. Pro splnění těchto požadavků nesmí vnitřní teplota vzduchu v místnosti překročit $\theta_{ai,max} = 27 \text{ °C}$ (pro nevýrobní objekty, bez strojního chlazení). Dále místnosti s navrženým systémem chlazením musí prokázat, že teplota vzduchu bez spuštěného chladicího systému nepřekročí $\theta_{ai,max} = 32 \text{ °C}$. Dále je zde specifikována následující výjimka „U bytových budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodiny během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.“

Mimo ČSN 73 0540 požadavky na tepelnou stabilitu dále specifikuje příloha A.2 normy ČSN EN 15251. Tato norma na obrázku A.1 uvádí přijatelné vnitřní teploty pro budovy bez strojního chlazení. Hodnoty jsou zde uváděny v závislosti na teplotě vnější a platí mimo jiné pro budovy k obývání, s činnostmi převážně v sedě a k bydlení, kde musí být snadný přístup k ovládání oken (větrání) a uživatelé mají možnost upravit tepelné parametry svého oděvu [clo] na základě aktuálních podmínek.

3.3.2 Postup a způsob posouzení

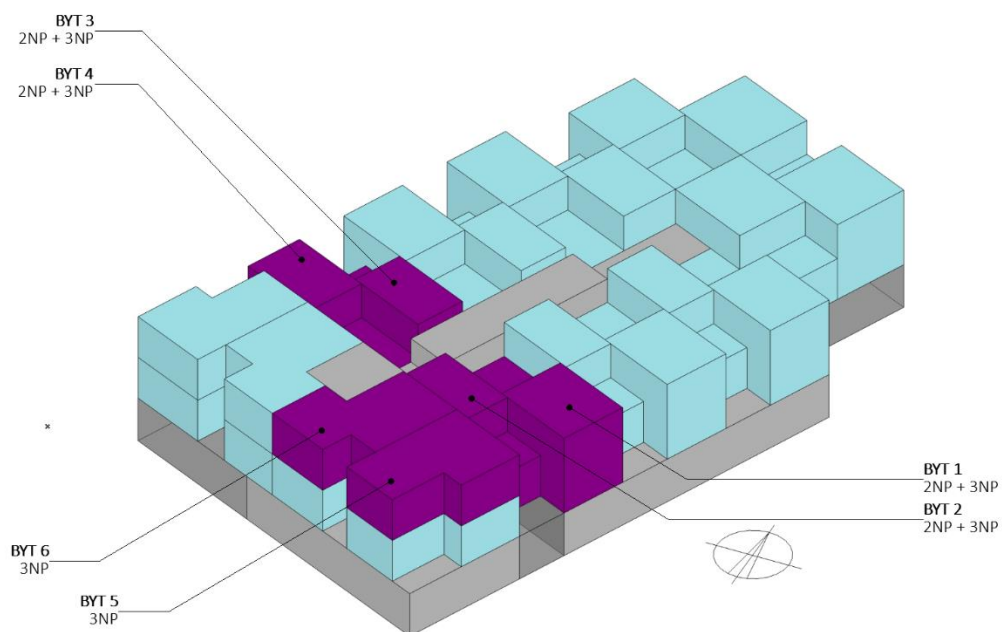
Za účelem posouzení a úvahy byl v aplikaci DesignBuilder¹⁶ zpracován energetický model části objektu a spuštěna energetická simulace. Vymodelovány a sledovány byly vybrané bytové jednotky v jižní část objektu, nejvíce exponovaná solárnímu záření. Přilehlé bloky byly definovány jako adiabatické, tedy vůči nim a hodnoceným blokům neprobíhá žádný energetický tok.

Postup posouzení:

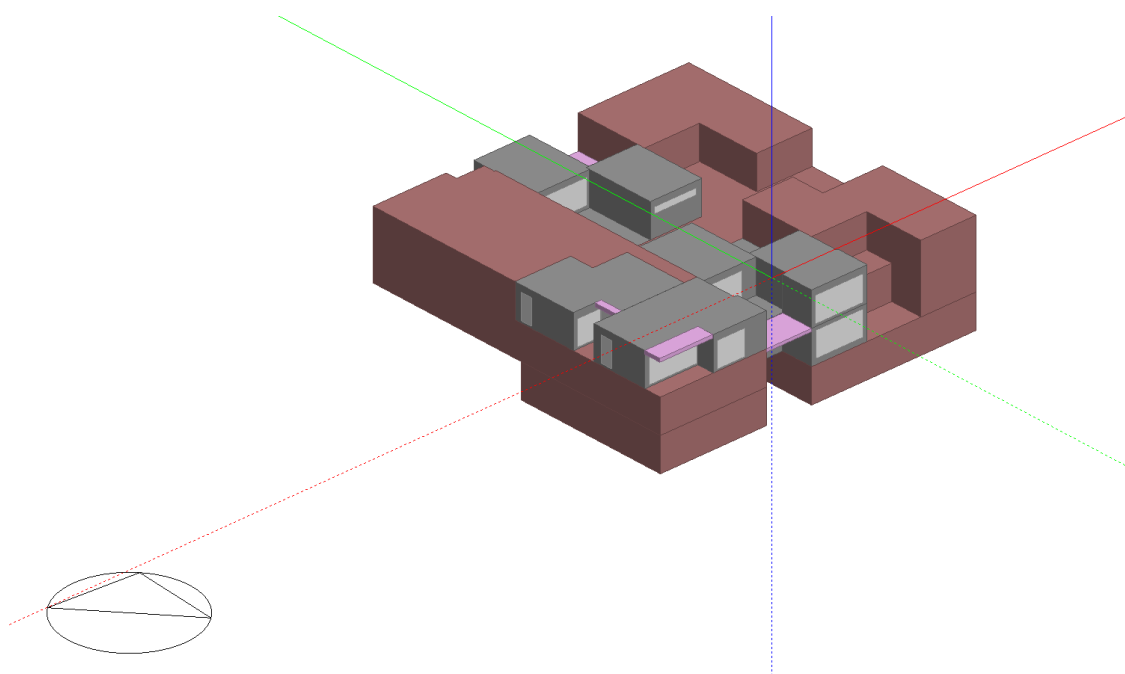
1. Specifikace výchozích podmínek
2. Provedení simulací v několika krocích, s postupnou modifikací podmínek
3. Vyhodnocení

¹⁶ <https://www.designbuilder.co.uk>

Hodnocené byty vyznačeny v grafice dále. Hodnocené byty jsou hmoty fialové barvy, ostatní bytové jednotky jsou hmoty světle modré.



Obrázek 16 - vyznačení hodnocených bytů v hmotě budovy



Obrázek 17 - model objektu v aplikaci DesignBuilder V5

3.3.3 Výchozí podmínky pro posouzení

3.3.3.1 Stavební konstrukce

Ve výchozím stavu byly hodnoceny výchozí, předpokládané, skladby konstrukcí:

Stěna obvodová – SO01:

Panel stěnový sendvičový, IPN jádro ... 120 mm
výplňová vrstva z minerální vaty v úrovni ocelové konstrukce
OSB deska vzduchotěsná
vnitřní předstěna sádrokartonová tl. 12,5 mm

Podlaha k vytápěné zóně:

Nášlapná vrstva PVC
Plovoucí podlaha lehká desková – SDVK 2x12,5 mm
Izolace akustická 30 mm
Trapézový plech
SDK pohled s minerální izolací

Střecha plochá:

PVC folie
Polystyren expandovaný tl. 250 mm
Trapézový plech
SDK pohled s minerální izolací tl. 60 mm

Vnitřní příčky:

Sádrokartonová deska 2x12,5 mm
Minerální izolace 60 mm
Vzduchová mezera 40 mm
Minerální izolace 60 mm
Sádrokartonová deska 2x12,5 mm

3.3.3.2 Větrání

Pro posuzování tepelné stability předepsána intenzita větrání v ČSN 73 0540-3:

Pro příčně provětrávané prostory (byty 1,2,3,4)
 $n=2,0$ přes den a $n=7,5$ přes noc.

Pro prostory provětrávané pouze z 1 strany
 $n=0,5$ přes den a $n=2,5$ přes noc.

V modelu uvažováno větrání mechanické s funkcí „bypass“ (bez ovlivňování přívodního vzduchu odvodním), dle předpokládaného skutečného způsobu větrání.

Tímto však nelze prakticky dosáhnout uváděných hodnot, neboť větrací systém bude i v nárazových hodnotách provětrávat prostor intenzitou cca $n=1/h$.

Intenzita větrání byla proto v příslušných časových úsecích doplněna větráním přirozeným v požadované výši. Dá se předpokládat, že tímto způsobem bude větrání prováděno i ve skutečném provozu, tedy že v nočních hodinách uživatelé provětrají prostor okny.

3.3.3.3 Klimatický profil

Objekt se nachází v Brně, v databázi softwaru je pro dané místo geograficky nejbližší klimatický profil „SVK_Bratislava_IWEC“ a byl proto použit.

3.3.3.4 Vliv okolí

Okolní objekty se nacházejí v dostatečné vzdálenosti a z jižní strany tak budova není nijak ovlivňována.

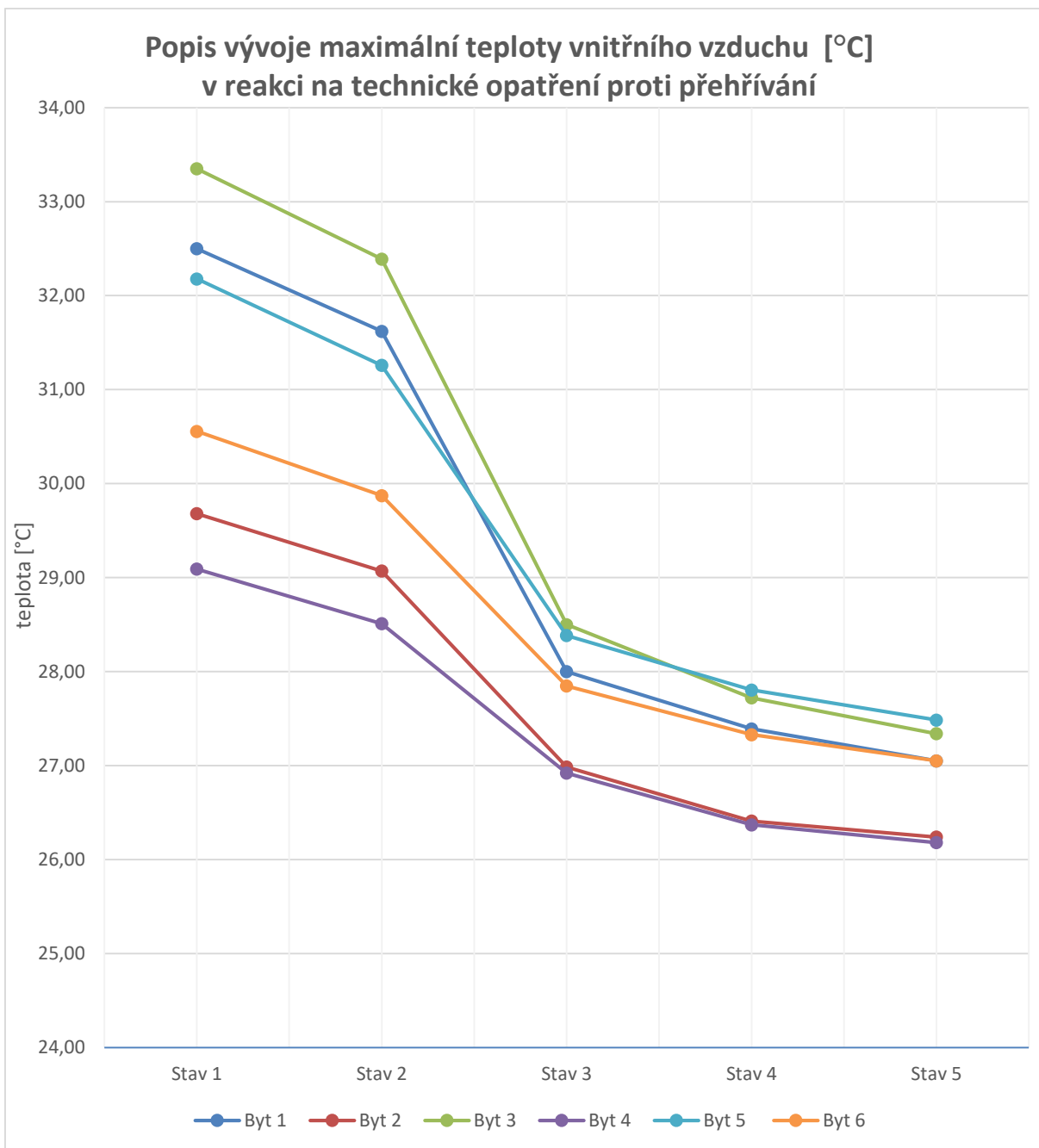
3.3.4 Posouzení

Před začátkem procesu simulace a optimalizace tepelné stability určených prostor byla navržena technická opatření, která budou na model postupně aplikována. Tato opatření se týkají stínění, vlastností a případně rozsahu prosklených ploch. Dále se jedná o opatření týkající se stavebních konstrukcí, zvláště pak materiálů použitých v interiéru. Jednotlivé stupně opatření budou aplikovány v krocích, cílem je zjištění nejlepších dosažitelných hodnot.

Přehled aplikovaných opatření				
	Způsob stínění prosklených fasád	„G“ [%] energetická prostupnost zasklení	Rozsah prosklených ploch	Tepelná kapacita konstrukcí v interiéru
Stav 1 - výchozí	Vnitřní žaluzie, v letním období 7 – 20 hod	54%	výchozí	výchozí
Stav 2	Vnitřní žaluzie, v letním období 7 – 20 hod	37 %	výchozí	výchozí
Stav 3	Vnější žaluzie, v letním období 7 – 20 hod	37 %	výchozí	výchozí
Stav 4	Vnější žaluzie, v letním období 7 – 20 hod	37 %	Zmenšeno na 80% z původního stavu	výchozí
Stav 5	Vnější žaluzie, v letním období 7 – 20 hod	37 %	Zmenšeno na 80% z původního stavu	Zvětšena, těžká plovoucí podlaha a zdvojení deskových materiálů

Tabulka 9

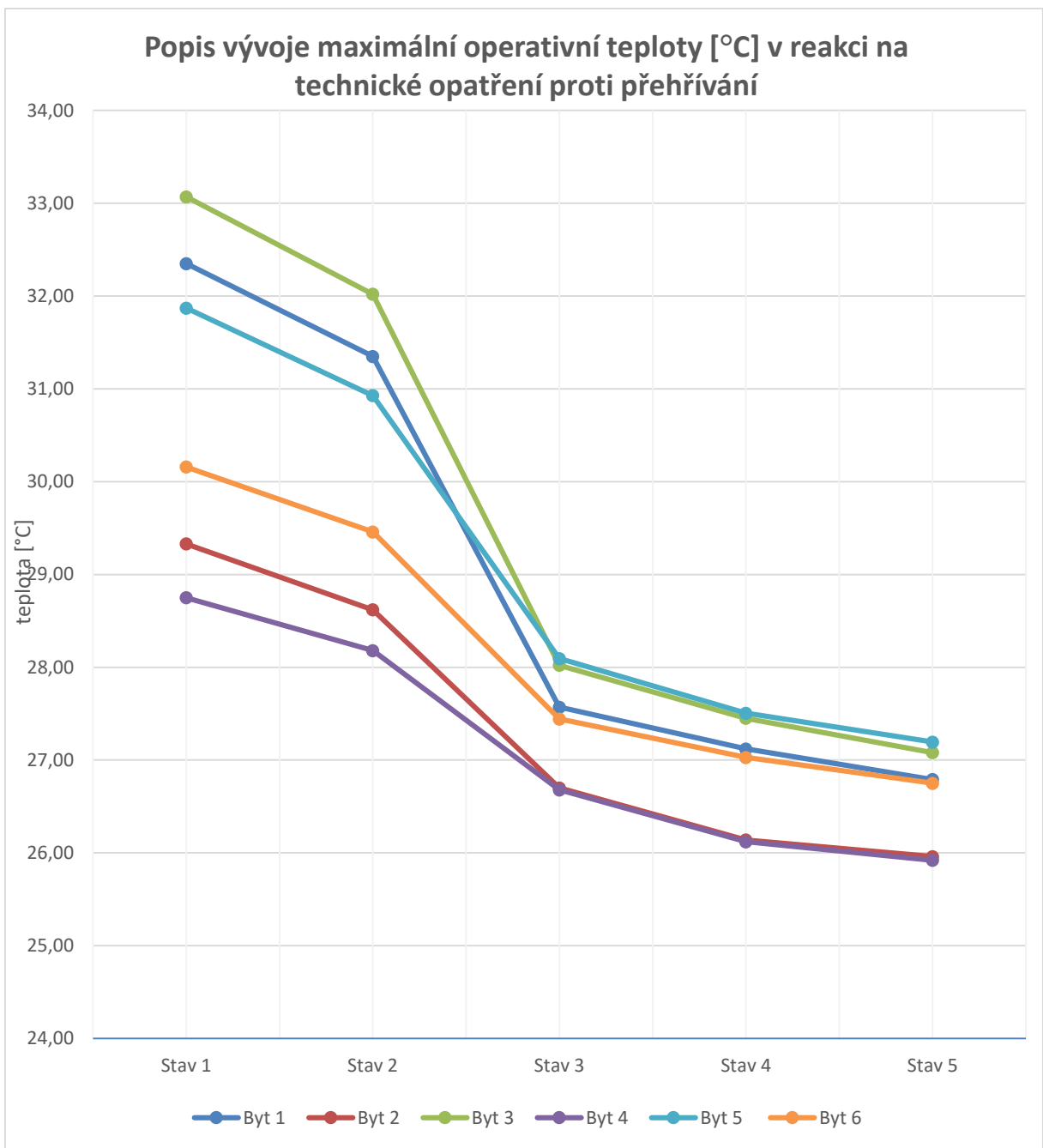
Byl sledován vývoj vnitřní teploty vzduchu [°C] a operativní teploty [°C] v horních částech mezonetových bytů nebo bytech 3NP. Simulace byla provedena v hodinových intervalech v časovém období 25. července až 25. srpna.



Obrázek 18

Popis vývoje maximální teploty vnitřního vzduchu [°C] v reakci na technické opatření proti přehřívání						
Zóna:	Byt 1	Byt 2	Byt 3	Byt 4	Byt 5	Byt 6
	3NP	3NP	3NP	3NP	3NP	3NP
Stav 1	32,50	29,68	33,35	29,09	32,18	30,56
Stav 2	31,62	29,07	32,39	28,51	31,26	29,87
Stav 3	28,00	26,99	28,50	26,92	28,38	27,85
Stav 4	27,39	26,41	27,72	26,37	27,80	27,33
Stav 5	27,05	26,24	27,34	26,18	27,48	27,05

Tabulka 10



Obrázek 19

Popis vývoje maximální operativní teploty [°C] v reakci na technické opatření proti přehřívání						
Zóna:	Byt 1	Byt 2	Byt 3	Byt 4	Byt 5	Byt 6
	3NP	3NP	3NP	3NP	3NP	3NP
Stav 1	32,35	29,33	33,07	28,75	31,87	30,16
Stav 2	31,35	28,62	32,02	28,18	30,93	29,46
Stav 3	27,57	26,70	28,02	26,68	28,09	27,44
Stav 4	27,12	26,14	27,45	26,12	27,50	27,03
Stav 5	26,79	25,96	27,08	25,92	27,19	26,75

Tabulka 11

3.3.5 Vyhodnocení

Vyhodnocení získaných dat v tabulce níže.

	ČSN 73 0540-2	ČSN EN 15251
Byt 1	Vyhovuje již ve stavu 3 – zasklení $G=37\%$ a vnější žaluzie, při aplikaci vyjímky*	Při stavu 3 splňuje požadavky pro kategori II při $\Theta_m=24,5^\circ\text{C}$
Byt2	Vyhovuje již ve stavu 3 – zasklení $G=37\%$ a vnější žaluzie.	Při stavu 2 splňuje požadavky pro kategori II při $\Theta_m=24,5^\circ\text{C}$
Byt 3	Vyhovuje již ve stavu 3 – zasklení $G=37\%$ a vnější žaluzie, při aplikaci vyjímky*	Při stavu 3 splňuje požadavky pro kategori II při $\Theta_m=24,5^\circ\text{C}$
Byt 4	Vyhovuje již ve stavu 3 – zasklení $G=37\%$ a vnější žaluzie.	Při stavu 2 splňuje požadavky pro kategori II při $\Theta_m=24,5^\circ\text{C}$
Byt 5	Vyhovuje již ve stavu 3 – zasklení $G=37\%$ a vnější žaluzie, při aplikaci vyjímky*	Při stavu 3 splňuje požadavky pro kategori II při $\Theta_m=24,5^\circ\text{C}$
Byt 6	Vyhovuje již ve stavu 3 – zasklení $G=37\%$ a vnější žaluzie, při aplikaci vyjímky*	Při stavu 3 splňuje požadavky pro kategori II při $\Theta_m=24,5^\circ\text{C}$

Tabulka 12

* při aplikování vyjímky o možné překročení $\theta_{ai,max} = 27^\circ\text{C}$ o další 2°C na max 2 hodiny denně při souhlasu vlastníka

3.3.6 Závěr – tepelná stabilita objektu v létě a potřeba chlazení

Po aplikaci navržených opatření bylo prokázáno splnění normativních požadavků ČSN 73 0540-2 a ČSN EN 15251. Pro splnění požadavků a zajištění tepelné stability prostor v kritickém letním období je v každém případě nutné použití vnějších žaluzií a použití zasklení s nižší energetickou propustností.

Pro další optimalizaci vnitřní teploty v letním období směrem k vyššímu komfortu, lze však důrazně doporučit i aplikaci následných opatření, v podobě zvýšení tepelné kapacity místností a to použitím těžké plovoucí podlahy a vrstvením deskových materiálů v předstěnách a podhledech.

Systém strojního chlazení pro dosažení požadavků není nutný a z hlediska optimalizace energetického konceptu nedoporučuji jeho instalaci.

V případě konkrétní potřeby zvýšení komfortního standardu jednotlivých vybraných bytových jednotek doporučuji samostatný chladicí systém (tedy oddělený od systému větracího), např. systém s distribucí chladu kapilárními rohožemi v podhledu vybraných prostor.

4 Seznam literatury a podkladů

- ČSN EN 15665. Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov: 127021. Včetně Z1. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- ČSN EN 15251. Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky: 127028. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky: 730540. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- TNI 73 0331. Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet: 730331. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- NV Č. 93/2012 Sb. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Se změnami: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 9/2013 Sb., 32/2016 Sb. 2008.
- Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci. TZB.info [online]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicestruvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>
- Kniha provoz a údržba vzduchotechniky. TZB.info [online]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3406-kniha-provoz-a-udrzba-vzduchotechniky>
- Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. TZB.info [online]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb. TZB.info [online]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- Výpočet letní tepelné stability místnosti klasickou metodou a s využitím dynamické simulace. Atelier DEK [online]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/vypočet-letní-tepelné-stability-místnosti-klasickou-metodou-s-využitím-dynamické-simulace-672>
- DEKTIME: Tepelná stabilita v letním období. Praha: DEK a.s., Tiskařská 10, 108 00 Praha 10, IČO: 27636801, 2008, 2008(02). ISSN 1802-4009.
- Změna účelu, stavební úpravy a nástavba prodejního halového objektu 822/6, Halasovo náměstí, Brno- Lesná, Dokumentace pro územní řízení, ING. System s.r.o., Komenského náměstí 141, Třebíč, 674 01

5 Přílohy

- Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

Část D.1.3.3 Vzduchotechnika

Změna účelu, stavební úpravy a nástavba prodejního halového objektu 822/6,
Halasovo náměstí, Brno- Lesná

Projekt systému řízeného rovnotlakého větrání s centrální rekuperační jednotkou