

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ REKONSTRUOVANÉ BUDOVY SOKOLA V JIHLAVĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval :

Bc. Filip Papež

Vedoucí práce :

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Papež Jméno: Filip Osobní číslo: 503276Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budovStudijní program: Budovy a prostředíStudijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění a větrání rekonstruované budovy Sokola v JihlavěNázev diplomové práce anglicky: Heating and ventilation of the renovated Sokol building in Jihlava

Pokyny pro vypracování:

Diplomová práce bude zaměřena na návrh technických zařízení budov pro rekonstrukci památkově chráněné budovy Sokola v Jihlavě. Práce bude rozdělena na dvě části, část rešeršní, část projektu.

Část rešeršní obsahuje:

- příklady dobré praxe při řešení rekonstrukce tohoto typu objektu,
- zhodnocení stávajícího stavu – provoz, požadavky,
- analýza architektonické studie rekonstrukce – provoz, požadavky,
- návrh konceptu vytápění a větrání nového řešení ve variantách,
- zpracování modelu objektu v simulačním SW Designbuilder – analýza výsledků, posouzení variant,
- zhodnocení variant pomocí vícekritériální analýzy.

Část projektová:

- vybraná varianta bude zpracována jako projekt vytápění a studie konceptu větrání ve zjednodušené podobě.
- Projekt vytápění bude zpracován v rozsahu:
 - půdorysy všech podlaží, rozvinutá schémata, půdorys technické místnosti a schéma zapojení,
 - technická zpráva, bilanční výpočty, tepelně technický a hydraulický výpočet otopného systému.

Seznam doporučené literatury:

Bašta, J, Hojer, O., Sálavé a průmyslové vytápění, ČVUT 2021

Petráš, Kotrbatý a spol., Vytápění velkoprostorových a halových objektů, 2006 Jaga Group

Daniel, K., Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty, 2003 Jaga Group

ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu

Petráš a kol., Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie

Bašta, Kabele, Otopné soustavy teplovodní (sešit projektanta č. 1)

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.Datum zadání diplomové práce: 26. 9. 2022Termín odevzdání diplomové práce: 9. 1. 2023*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)

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

v Praze dne 8.1.2023

.....
Bc. Filip Papež

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své diplomové práce Ing. Miroslavovi Urbanovi Ph.D. za jeho odborné vedení, osobní přístup a v neposlední řadě pomoc a rady během zpracování této diplomové práce. Dále také děkuji celé Katedře technický zařízení budov za přístup ke studentům, způsobu výuky a organizovaným aktivitám pro studenty.

OBSAH

ČÁST A TEXTOVÁ ČÁST - REŠERŠE STAVEB

Úvod

Způsoby vytápění velkoprostorových a halových objektů

Česká obec sokolská

Sokolovna Modřice

8smička Humpolec

Spolkový dům ve Slavonicích

Sokolovna Jihlava

DesignBuilder

Koncept technického řešení systémů

Multikriteriální analýza variant

Závěr

ČÁST B PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

B.1 Studie konceptu větrání

Úvod

Informace o stavbě

Použité podklady pro vypracování konceptu

Základní údaje pro návrh konceptu a charakteristika zařízení

Popis provozu

Návrhové klimatické podmínky

Potřeba čistého vzduchu

Požadavky na větrání obytných budov

Popis systému

Energetické údaje

Teplonosná látka

Zpětné získávání tepla

Technické údaje

Vzduchotechnické jednotky

Distribuce vzduchu

Distribuční elementy

Regulace systému

Akustické řešení

Tepelná izolace

Požadavky na navazující profese

Technické požadavky pro realizaci, předání, údržbu a obsluhu

Závěr

Přílohy

A. Výpočet větracích objemů v jednotlivých místnostech

B.1.01 1.PP Zjednodušený koncept VZT

B.1.02 1.NP Zjednodušený koncept VZT

B.1.03 2.NP Zjednodušený koncept VZT

B.1.04 3.NP Zjednodušený koncept VZT

B.1.01 4.PP Zjednodušený koncept VZT

B.2 Technická zpráva

Úvod

Podklady pro návrh

Vstupní údaje

Tepelná bilance objektu

Zdroj tepla

Popis otopné soustavy

Rozvod potrubí

Otopná zařízení

Bezpečnostní zařízení

Regulace

Příprava teplé vody

Zkoušky zařízení

Požadavky na ostatní profese

Závěr

B.3 Výkresová část

B.3.01 Půdorys 1.PP - Vytápění

- B.3.02 Půdorys 1.NP - Vytápění
- B.3.03 Půdorys 2.NP - Vytápění
- B.3.04 Půdorys 3.NP - Vytápění
- B.3.05 Půdorys 4.NP - Vytápění
- B.3.06 Rozvinuté schéma otopné soustavy
- B.3.07 Rozvinuté schéma otopné soustavy
- B.3.08 Schématické zapojení zdroje tepla 1
- B.3.09 Schématické zapojení zdroje tepla 2
- B.3.10 Půdorys technické místnosti zdroj 1

B.4 Výpočtová část

- B.4.1 Výpočet tepelných ztrát objektu
- B.4.2 Výpočet potřeby tepla na přípravu teplé vody
- B.4.3 Výpočet roční potřeby tepla
- B.4.4 Výpočet celkového výkonu zdroje pro ohřev teplé vody a vytápění
- B.4.5 Výpočet DN potrubí, výpočet nastavení regulačních armatur
- B.4.6 Návrh oběhových čerpadel
- B.4.7 Návrh expanzní nádoby
- B.4.7 Návrh rozdělovače/sběrače
- B.4.8 Návrh trojcestných směšovacích ventilů
- B.4.9 Návrh tloušťky tepelné izolace potrubí

Přílohy

- A. Výpočet větracích objemů v jednotlivých místnostech
- B. DesignBuilder Summary heating design
- C. Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831
- D. Návrh otopných těles
- E. Dimenzování otopných soustav PROTECH GDS

B.5 Technické listy

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá návrhem studie větrání a projektem vytápění historické budovy Sokola v Jihlavě. Práce se skládá ze dvou částí. První část popisuje způsoby vytápění velkoprostorových a halových objektů. Na tuto část navazuje historie sokolských budov a rešerše dobrých příkladů technického řešení zařízení podobných staveb. Multikriteriální analýzou je následně vybrána vhodná varianta technických zařízení budovy, která je zpracována ve druhé části v rozsahu projektu vytápění a studie větrání.

Klíčová slova

Sokol, multifunkční budova, historická budova, větrání, vytápění, rekonstrukce

ANNOTATION

The diploma thesis deals with the design of a ventilation study and heating project for the historical building of the Sokol in Jihlava. The thesis consists of two parts. The first part describes the heating methods of large and hall buildings. This part is followed by the history of the Sokol buildings and a search for good examples of technical solutions for similar buildings. A multi-criteria analysis is then used to select a suitable option for the technical equipment of the building, which is elaborated in the second part in the scope of the heating design and ventilation study.

Keywords

Sokol, multifunctional building, historical building, ventilation, heating, reconstruction

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**ČÁST A
TEXTOVÁ ČÁST - REŠERŠE STAVEB**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval :

Bc. Filip Papež

Vedoucí práce :

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2022/2023

1. Úvod	12
2. Způsoby vytápění velkoprostorových a halových objektů	13
2.1. Teplovodní podlahové vytápění	13
2.2. Elektrické podlahové vytápění	13
2.3. Vytápění zavěšenými sálavými panely	14
2.4. Vytápění infračervenými plynovými zářiči	15
2.5. Vytápění lokálními elektrickými otopnými tělesy	15
2.6. Teplovzdušné vytápění/větrání	15
2.7. Kombinované vytápění	16
3. Česká obec sokolská	17
3.1. Historie Sokola	17
3.2. Historie Sokoloven	17
4. Sokolovna Modřice	19
4.1. Technologická řešení	19
4.2. Vytápění	19
4.3. Vzduchotechnika	20
5. 8smička Humpolec	22
5.1. Technologická řešení	22
5.2. Vytápění	22
5.3. Vzduchotechnika	22
6. Spolkový dům ve Slavonicích	25
6.1. Technologická řešení	25
6.2. Vytápění	25
6.3. Vzduchotechnika	25
7. Sokolovna Jihlava	27
7.1. Historie	27
7.2. Stavební a urbanistické pojetí	29
7.3. Současný stav budovy	29
7.4. Budoucnost budovy	36
7.5. Prostorové a technické možnosti	38
8. DesignBuilder	39
9. Koncept technického řešení systémů	43

9.1 Zdroj tepla	43
9.3 Varianta A	45
9.4 Varianta B	45
9.5 Varianta C	45
10. Multikriteriální analýza variant	46
11. Varianta zpracovaná v projektu	46
12. Závěr	47
13. Seznam zdrojů	48
Publikace	48
Studie a tištěné zdroje	48
Online	49
14. Seznam obrázků	49
15. Seznam tabulek	51
16. Seznam grafů	51
17. Seznam příloh	51

1. Úvod

Diplomová práce se zabývá multifunkční budovou Sokola v Jihlavě. Úvodní textová část práce (Část A) je věnována způsobům vytápění velkoprostorových a halových objektů. Jedná se o rešerši, která slouží jako podklad pro projekt vytápění rekonstruované budovy Sokola (B.2, B.3, B.4 a B.5) a pro zjednodušený koncept větrání (B.1), který je obsahem této práce. Zaobírá se především problematikou vytápění a větrání velkých prostorů, které bylo potřeba řešit v projektu u historické budovy Sokola. Dále je v textu popsána historie České obce sokolské a především vznik multifunkčních budov pro potřeby organizace. Rešerše obsahuje dvě zajímavé realizace multifunkčních objektů a jedné Sokolovny. Vybrány jsou rekonstrukce a dostavby objektů pro víceúčelové využití, které jsem osobně navštívil. Podklady pro tuto část jsou poskytnuty oslovením projekčních kanceláří a architektonických studií, které se podíleli na realizaci těchto staveb.

V navazující části práce se už věnuji přímo plánované rekonstrukci budovy Sokola v Jihlavě. V textu je popsána historie objektu, původní stavební záměr a urbanistické pojetí v rámci města. Vlastní fotodokumentací a průzkumem budovy je popsán a zachycen současný stav budovy. Z uskutečněné prohlídky a poskytnuté architektonické studie je možné přemýšlet o budoucnosti objektu, způsobu využívání a v neposlední řadě ekonomické udržitelnosti provozu takto rozsáhlé historické stavby. Všechny získané podklady a poznatky vedli ke stanovení zdrojů tepla a vytvoření variantního řešení technologických zařízení Velkého sálu. Jednotlivé varianty byly podrobeny multikriteriální analýze, ze které vzešla varianta která je zpracována v projektové části.

2. Způsoby vytápění velkoprostorových a halových objektů

Výběr způsobu vytápění závisí na řadě kritérií, které musí projektant zvážit. Neexistuje pouze jedno univerzální řešení, které by bylo možné aplikovat na většinu staveb. Pokud se jedná o rekonstrukci památkově chráněné budovy, výběr efektivního zdroje vytápění a jeho implementace do stávající dispozice je návrh ještě obtížnější. Projektant tak při úvodní rozvaze nad řešenou stavbou zvažuje dostupnost zdroje energie v daném místě, specifický provoz budovy, náročnost obsluhy zařízení, tepelnou ztrátu budovy, celkovou potřebu tepla a v neposlední řadě vnitřní prostor pro instalaci technických zařízení.

2.1. Teplovodní podlahové vytápění

Vytápění funguje na základě použití stavební konstrukce jako otopné plochy, která ohraničuje vytápěný prostor. [4] Tento způsob vytápění tak patří mezi sálavé otopné soustavy u které je podíl sálavé složky vyšší, na rozdíl od konvekce o přibližně 10 %. Teplovodní vytápění je systém velkoplošný a rozvody otopného potrubí tak musí z hygienických důvodů fungovat na nižší měrné tepelné výkony, z důvodu povrchové teploty podlahy. Z toho důvodu se při realizaci takového řešení pokládají rozvody pod celou plochou podlahy. Toto řešení velmi ovlivňuje rovnoměrné rozložení přenosu tepla v interiéru a zvyšuje teplotní komfort v celém prostředí ve vertikálním i horizontálním směru. Podlahové vytápění funguje jako nízkoteplotní systém a teploty otopné vody jsou obvykle nižší než 50 °C. Při kombinaci s nízkopotenciálním zdrojem jako je sluneční záření, energie geotermálních vod a tepelná čerpadla se jedná o velmi efektivní otopné soustavy. [2] Z důvodů velké setrvačnosti se ale nehodí pro krátké provozní doby a nárazové využití. Při návrhu je potřeba počítat s rozsáhlým zásahem do konstrukce budovy a výběrem vhodného umístění dle provozu.

2.2. Elektrické podlahové vytápění

Tento druh vytápění odborná literatura řadí mezi lokální systémy vytápění. V obecné rovině platí stejné principy sdílení tepla otopnou plochou do vytápěného interiéru (případně exteriéru - střešní konstrukce, příjezdové cesty), jako u teplovodního podlahového vytápění. [4] Otopná plocha přemění téměř 100 % dodané energie, protože nedochází ke ztrátám při transportu energie na místo spotřeby. Z pohledu ekologie se jedná o velmi efektivní a lokálně neznečišťující způsob vytápění. V konkrétní dispozici

budovy není potřeba umístit komín, prostor pro skladování paliva a kotelnu. Realizace je na rozdíl od teplovodního vytápění jednodušší a levnější. Velkou výhodou je přesné nastavení potřeby tepla v konkrétním prostoru, dle potřeby uživatele. [2] Elektrické podlahové vytápění může dle zvolené realizace fungovat několika způsoby. Rozdíl je v umístění topných prvků ve skladbě otopné podlahy a tloušťce akumulární vrstvy. Odborná literatura rozlišuje plně akumulární režim (90 - 150 mm), poloakumulární režim (60 - 90 mm) a přímotopový režim podlahového topení (< 50 mm). Toto řešení se nejčastěji navrhuje v rodinných domech. [4] V současné situaci je ale použití elektrického podlahového vytápění, jako hlavního zdroje vytápění ve větších objektech, velmi rizikové. Vývoj cen elektřiny na trzích je v posledních měsících z globálních důvodů velmi proměnlivá. Jako doplňkový zdroj, pro možné profily dle konkrétního užívání budovy, je tento druh vytápění z ekonomických důvodů potřeba zvážit.

2.3. Vytápění zavěšenými sálavými panely

Závěsné sálavé panely se nejvíce využívají pro vytápění velkoprostorových objektů. Setkáváme se s nimi každodenně, protože tento způsob vytápění je nejčastěji realizován v supermarketech, ale také ve výrobních halách, skladech, tělocvičnách a showroomech. Jedná se o zavěšenou otopnou plochu volně pod stropní konstrukci a teplo je předáváno sáláním do prostoru. [4] Tento princip je pro nás z fyziologického hlediska nepřirozenější, protože vzniká na podobném principu jako působení slunečního záření na Zemi. Můžeme ho srovnat se situací pobytu na horách v zimním období inverze, kdy teplota je pod bodem mrazu, ale svítí slunce. Lehce oblečený člověk zimu ale nepociťuje. [2] Systémy sálavých panelů mají mnoho výhod. Jednou z hlavních je nižší spotřeba tepla o 20 - 30 %, oproti teplovzdušnému vytápění. Je to z důvodu převahy sálavé složky i při nízkých teplotách. Tento efekt sálání umožňuje snížení vnitřní teploty vzduchu o 2 až 3 °C. Také na rozdíl od konvenčního teplovzdušného vytápění nevíří prach a vytváří prostředí bez hluku. Průběhem vnitřních teplot v halovém objektu nedochází k velkým ztrátám v podstřešním prostoru (díky konvekci) a nedostatečné teplotě v pracovní oblasti člověka. Panely kladou minimální nároky na údržbu a vykazují vysokou životnost. Nevýhodou tohoto způsobu vytápění je pomalá reakce na změnu vnitřní výpočtové teploty a minimální akumulace tepla do stavebních konstrukcí. [4]

2.4. Vytápění infračervenými plynovými zářiči

Tento způsob vytápění je aktuálně nejpoužívanější u velkých halových objektů pro skladování a výrobu. Zářiče dělíme podle způsobu spalování plynu a konstrukce. Světlé zářiče mají činnou otopnou plochu, která je tvořena porézními keramickými destičkami. Na této ploše dochází ke spalování plynu. Teploty dosahují vysokých hodnot kolem 850 až 950 °C a při provozu zahříváním svítí. Odvod spalin je zajištěn nepřímo axiálním ventilátorem v nejvyšším místě prostoru a jeho zapnutí je svázáno s chodem zářiče. Tmavé zářiče jsou složeny z hořáků které spalují plyn a jejich spaliny jsou vyvedeny do trubic s reflexními zákryty. Teploty u tmavých zářičů jsou nižší a dosahují hodnot kolem 500 až 550 °C. Tento druh zářičů se zavěšuje vodorovně pod stropní konstrukci a je nutné zajistit odvod spalinovodem mimo vytápěný objekt pomocí ventilátoru. [2] U obou druhů zářičů je stanovena minimální sálavá účinnost na 85 % u světlych, resp. 74 % u tmavých zářičů. [4] Tento druh vytápění je aktuálně použit ve Velkém sálu budovy Sokola v Jihlavě.

2.5. Vytápění lokálními elektrickými otopnými tělesy

V našich podmínkách nemá tento druh vytápění dlouhou tradici. Nejčastěji se používá při přechodném období mezi otopnými sezonami, nebo náhlém poklesu teplot. Využívání lokálních elektrických těles, jako hlavního zdroje tepla, v koncepčně řešených budovách se nepoužívá. Nejčastěji používaným tělesem je elektrický konvektor. Ten je složen z kovového pláště, termostatu a tepelného odporového článku, nejčastěji s nuceným pohybem vzduchu. Dále se ve specifických prostorech používají elektrické infrazářiče. [2]

2.6. Teplovzdušné vytápění/větrání

Pro teplovzdušné vytápění a větrání velkoprostorových hal se nejčastěji používají jednotky umístěné pod stropní konstrukcí. Úprava vzduchu je realizována v technické místnosti pomocí vzduchotechnické jednotky a výměníku se zdrojem tepla (např. plynový kotel) a přiváděna do daného prostoru, nebo instalací lokální jednotky. Ta funguje na systému ohřevu vzduchu nuceným průchodem přes výměník s teplovodním, horkovodním, nebo parním médiem. Nové generace systémů zajišťují ohřev v rámci jednotky, kdy ohřívají procházející vzduch nuceným průchodem přes výměník ohříváním plynovým hořákem. Zde je nutné zajistit odvod spalin z vytápěných prostor a zabezpečit přívod

vzduchu pro hoření. Tato novější generace lokálních teplovzdušných agregátů dosahuje vyšší účinnosti (přes 90 %), než původní řešení s rozvodem média. Obě jednotky taktéž zajišťují nucené větrání a v letním období mohou ochlazovat prostor. Toto řešení se nejčastěji využívá v případě, kde není možné z technických, nebo hygienických důvodů instalace infrazářičů. Přínosem takového systému je rychlá reakce na potřebu vytápění, oproti teplovodním sálavým panelům. Hlavní nevýhodou je hlučnost, víření prachu a absence sálavé složky sdíleného tepla. [1]

2.7. Kombinované vytápění

Kombinované systémy vytápění se skládají z několika předešlých popsaných systémů. Toto řešení vytápění zajišťuje přípravu otopné vody o různých parametrech teploty pro podlahové, sálavé, nebo konvekční vytápění. [2]

3. Česká obec sokolská

3.1. Historie Sokola

Česká obec sokolská, která budovala sokolovny, patří v české a slovenské historii k nejvýznamnějším tělovýchovným spolkům. Za zakladatele je považován Miroslav Tyrš, který se spolu s ostatními českými cvičenci vytvořil stanovy nově vzniklé Tělocvičné jednoty pražské v prosinci 1861. [15] Stanovy byly schváleny a došlo ke svolání první schůze do Malypetrova ústavu 16. února 1862. Toto je považováno za den založení Sokola. [16]

"Bez sokolů by nebyly legie, bez legií by nebylo Československo."

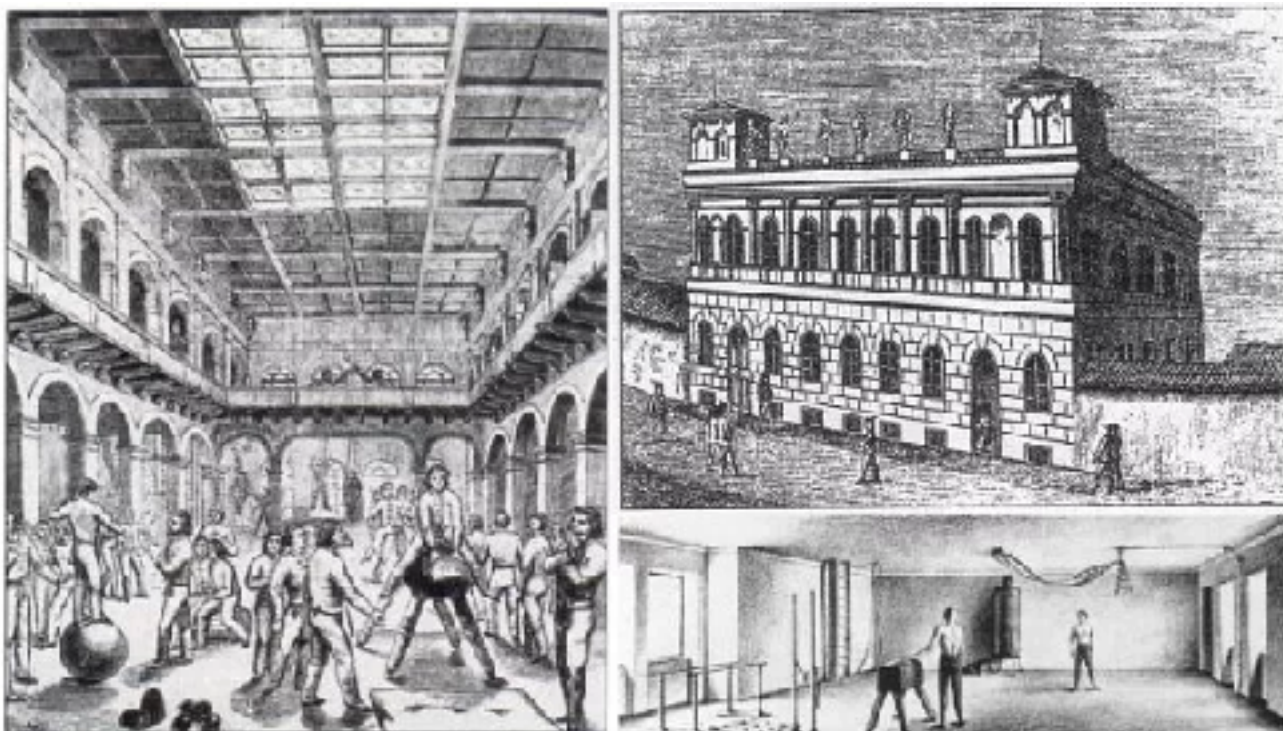
T. G. Masaryk

3.2. Historie Sokoloven

Sokolovna je budova tělocvičny, která vznikla pro potřeby České obce sokolské. Spolky zde pořádají tělovýchovné, sportovní a kulturní akce. Sokolovny tak z pravidla plní více funkcí a obsahují další funkční celky, jako divadlo, kino a restaurace.

První sokolovna byla postavena v Praze 2, v ulici Sokolská 1437, v roce 1863. Stavbu navrhl významný architekt Vojtěch Ignác Ullmann (1822 - 1897). Tato budova měla velký úspěch a následně vznikaly další stovky sokoloven ve velkých i malých obcích. Projekty neměli jednotné pravidlo slohu a stylu, vznikaly tak na základě finančních možností místních spolků. Díky tomu sokolské stavby jsou postaveny v mnoha architektonických stylech (negotický, novorenesanční, neoklasicistní, funkcionalistický) ovlivněné kubismem, art decem, modernou, folklorismem, či národním dekorativismem. Stavby tak dokládají historický vývoj české společnosti, národní identity, potřeb a přístupu v průběhu 19. a 20. století. [15]

Obrázek 1 Návrh první sokolovny v ulici Sokolská, Praha 2



Zdroj : archiv.radio.cz

Obrázek 2 Sokolovna v ulici Sokolská, Praha 2



Zdroj : encyklopedie.praha2.cz

Obrázek 3 Sokolský znak



Zdroj : sokol.cz

4. Sokolovna Modřice

Sokolovnu Modřice jsem jako jedinou z uvedených staveb rešerše nenavštívil. Budova vychází z původního objektu zájezdního hostince z 18. století. Během minulého režimu byly provedeny architektonicky nepříliš hodnotné přístavby a úpravy. V roce 1997 byly zahájeny postupné práce na opravách sálu a areálu tělocvičny. V první fázi došlo k rekonstrukci sociálního zařízení a střešní konstrukce. Poté proběhla oprava historické fasády hlavní budovy v Benešově ulici. V červnu 2003 byla zahájena rozsáhlá rekonstrukce tělocvičny, která takto sloužila následujících 12 let. [18]

V roce 2015 došlo k vypsání architektonické soutěže pro vyprojektování městské sportovní haly. Ta z architektonického a urbanistického pohledu navazuje na okolní zástavbu a přímo navazuje na historickou stavbu sokolovny, která nyní funguje jako část s restauračním zařízením. [17]

4.1. Technologická řešení

Realizovaný vítězný návrh od *Atelier bod architekti*, je železobetonový monolit, který zůstává pohledový. Obvodový plášť tvoří těžká konstrukce, společně s izolací. Pro zlepšení tepelné bilance budovy, byla hlavní hala zapuštěna o 3 metry oproti vstupu. Díky tomu jsou možné průhledy do sportovní haly, které je možné clonit vnitřními předokenními roletami. Obvodový plášť tvoří těžká konstrukce, společně s izolací. Okenní otvory jsou minimalizovány, s ohledem na tepelné ztráty a zisky z osvětlení hlavního traktu budovy. To je řešeno pomocí ocelových světlíků, pod které je umístěna difúzní vrstva, která zamezuje nežádoucí světlené kontrasty a změkčuje světlo v interiéru. Střešní konstrukce na původním objektu je z pálených tašek, nízká část budov komplexu má plochou extenzivní střechu a střecha hlavní haly je plechová. [17]

4.2. Vytápění

Objekt má umístěnou v úrovni 1.NP plynovou kotelnu, která zajišťuje vytápění, ohřev teplé vody a napojení na vzduchotechnickou jednotku. Zdrojem tepla jsou konkrétně 4 x nástěnné teplovodní kotle na zemní plyn. Kotle jsou zapojeny v kaskádě s teplotním spádem 70/50 °C. Jmenovitý výkon kotle je 115 kW (celkem 460 kW). Odvod spalin je realizován sdruženě, vždy pro dvojic kotlů kouřovodem nad střechu budovy. Kaskáda je napojena na expanzní nádobu o objemu 600 litrů. Teplota je řízena pomocí ekvitermy.

Jednotlivé proozy jsou vybaveny čidly a odděleným ovládním skrze jednotlivé termostaty. Ty ovládají elektricky ovládané hlavice a registry podlahového topení konkrétní sekce/provozu objektu. Příprava teplé vody probíhá ve dvojici akumuláčních zásobníků o objemu 1000 litrů, s předností nahřívání.

Do systému je voda doplňována automatickým zařízením Reflex servitec, které je doplněno o změkčovací stanici Aquina s vířivým filtrem, odkalením, dávkovacím čerpadlem se zásobní nádrží a oddělovacím členem, pro zajištění oddělení topné soustavy od zdroje pitné vody.

V budově se nachází i bazén, který je vytápěn pomocí fan-coilů. V ostatních částech objektu jsou desková otopná tělesa typu VK a industriální trubková tělesa. Vybrané místnosti mají podlahové topení. [8]

4.3. Vzduchotechnika

Vzduchotechnická jednotka s rekuperací, pomocí které je hlavní hala objektu a přilehlé místnosti vytápěny, je umístěna pod vstupní halou. Vyústění vzduchotechniky v postranních sálech je řešeno v interiérovém obkladu štítových zdí a dále skryto mezi železobetonovým průvlakem v hlavním sále. V ostatních prostorech, jako jsou malé sály, posilovna, restaurační zařízení a společné prostory, jsou rozvody vedeny zavěšením za stropní monolitickou konstrukci. Celkem je zde instalováno 6 sestav vzduchotechnických zařízení (dle provozu v konkrétní části objektu), které jsou definovány dle návrhu. [9]

Obrázek 4 Městská hala Modřice a bývalá Sokolovna Modřice



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 5 Velký sál a integrovaný návrh "žlabu" v nosné konstrukci stropu pro vedení vzduchotechniky



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 6 Vyústění vzduchotechniky v obkladu štítových zdí



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 7 Posilovna a vedení rozvodů vzduchotechniky



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 8 Velký sál



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 9 Tribuna Velkého sálu



Zdroj : archiweb.cz

5. 8smička Humpolec

Jedná se o bývalou továrnu na vlněné látky z 19. století a od roku 1948 národní podnik Sukno. Budova prošla několika rekonstrukcemi, ale zásadní proběhla v letech 2016 - 2018. Komplex byl přestavěn na galerii - zónu pro umění 8smička. Objekt je rozdělen na několik částí se specifickým využitím a provozem. Nachází se zde několik rozsáhlých výstavní prostor, kavárna, knihkupectví, multifunkční přednášková místnost, depozitář a soukromé prostory. Celková užitná plocha objektů je 3 000 m². [19]

5.1. Technologická řešení

Velmi specificky jsou řešeny rozvody vytápění a vzduchotechniky. Ty jsou vedeny v sádkartonovém lemu po obvodu každé místnosti. Je to z důvodu zachování co nejvyšší možné světlé výšky (3 m) ve výstavních prostorech. Lem s rozvody snižuje světlou výšku místnosti na 2,6 m s integrovaným systémem osvětlení. [19]

5.2. Vytápění

Vytápění objektu je řešeno kombinací nízkoteplotového a teplotovzdušného systému. Hlavní zdroj tepla tvoří dvojice tepelných čerpadel vzduch/voda o výkonu 31 kW při A2/W35 (celkem 62 kW), která jsou umístěna vně objektu u západní stěny. Vytápění pracuje s teplotním spádem 55/45 °C pro větev s otopnými tělesy, ale také pro vzduchotechniku. K hlavnímu zdroji je bivalentně zapojen druhý zdroj tepla, konkrétně dva závěsné kondenzační plynové kotle na zemní plyn o maximálním výkonu jednoho kotle 45 kW. Tento zdroj je umístěn v samostatné místnosti s odvodem spalin. Systém pracuje s akumulacním zásobníkem o objemu 1600 l. V budově je instalováno několik druhů otopných těles. S odkazem na industriálnost objektu jsou zde instalovány vertikální topné registry a v ostatních místnostech jsou desková otopná tělesa typu VK.

Příprava teplé vody probíhá průtočným ohřevem v zásobníku o objemu 500 l. Nabíjení zásobníku je prováděno primárně tepelným čerpadlem a v případě nedostatku je zásobník osazen 6 kW elektrickou topnou patronou. [10]

5.3. Vzduchotechnika

Budova je z hlediska požadavků na přesnost udržení teplot a relativní vlhkosti rozdělena na dvě provozní skupiny.

Výstavní prostory, na které jsou kladeny vysoké nároky na parametry vnitřního prostředí, jsou větrány vzduchotechnickou jednotkou umístěnou ve strojovně v 1.NP. Jednotka je vybavena rotačním rekuperátorem s přenosem vlhkosti, vodním ohřivačem, chladičem a vlhčicí komorou. Vnitřním parametrem těchto prostor je stabilní teplota 18 - 20 °C a relativní vlhkost prostředí v rozmezí 50 - 55 %.

Provoz nuceného větrání ostatních prostorů zajišťuje stejná jednotka v jiném provozním režimu. Z důvodů přímého navázání na výstavní plochy, je relativní vlhkost přívodního vzduchu upravována, ale ne s tak vysokými nároky. [11]

Ohřev vzduchu obou jednotek je řešen pomocí teplovodního výměníku v každé jednotce, ke které je přiveden topný okruh (popis zdroje obsahem 5.2. *Vytápění*) o teplotním spádu 55/45 °C. Přívod je před každou vzduchotechnickou jednotkou regulován ve směšovací uzlu pomocí regulačního ventilu na potřebný teplotní spád. [10]

Obrázek 10 Galerie 8smička pohled z ulice Kamarýtova



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 11 Galerie 8smička vstup



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 12 Galerie s instalačním lemem podhledu



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 13 Kavárna s instalačním lemem podhledu



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 14 Topné registry



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 15 Galerie s perforovaným podhledem



Zdroj : archiweb.cz

6. Spolkový dům ve Slavonicích

Jedná se o historickou budovu Německého spolkového domu (Deutsches Haus), který byl postaven ze sbírky místních obyvatel v roce 1932. Původně sloužil pro demonstraci němectví a po válce připadl městu Slavonice. Město tento dům využívalo jako společenské zázemí a v roce 1986 rozhodlo, že dům bude přestavěn na městské kino. Tato přestavba nebyla nikdy dokončena a historický dům dlouhé roky chátral. Na začátku milénia byl dům otevřen veřejnosti, ale limitem byl jeho technický stav. V roce 2006 byla vypracována architektonická studie a projektová dokumentace. Přestavba byla dokončena v roce 2011 a využívá se jako enviromentální centrum s prostory pro společenské události, kinem a kavárnou. [20]

6.1. Technologická řešení

Protože se jedná o enviromentální centrum, podmínkou v zadání bylo především využití obnovitelných zdrojů na provoz budovy. [20]

6.2. Vytápění

Teplu je zajištěno pomocí tří různých zdrojů tepla. Je zde instalován plynový kotel o výkonu 35 kW, dále kombinovaný kotel na tuhá paliva (dřevo a peletky) o výkonu 17 - 25 kW a v převýšené halové části objektu je umístěna krbová teplovodní vložka o výkonu 22 kW. Otopná voda z těchto tří zdrojů je vedena do akumulární nádrže umístěné na půdě objektu. Nádrž je následně zapojena do rozdělovače, ze kterého vedou tři ekvitermě regulované větve topných okruhů deskových otopných těles. Dále je zde jedna topná větev pro vzduchotechniku a jedna větev pro přípravu teplé vody v 300 l zásobníku. [13] Zásobník teplé vody je v případě potřeby nahříván přednostně. [12]

6.3. Vzduchotechnika

V půdním prostoru se nachází dvě vzduchotechnické jednotky. Jedna slouží k větrání velkého sálu (3600 m³/h) a druhá pro nucené větrání ostatních částí budovy (3200 m³/h). Jednotky jsou vybaveny rekuperací a vodním ohřevem vzduchu (zdroj a způsob zapojení popsán v 6.2. *Vytápění*). Ohřev přivádějícího vzduchu je navržen jako systém, který pouze pokrývá tepelnou ztrátu větráním. [14]

Obrázek 16 Spolkový dům ve Slavonicích



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 17 Společenský sál a kino



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 18 Převýšená hala



Zdroj : archiweb.cz

Obrázek 19 Půdní prostor s technickým zázemím



Zdroj : archiweb.cz

7. Sokolovna Jihlava

7.1. Historie

Sokolská historie v Jihlavě se píše od roku 1891, kdy JUDr. Karel Malát sepsal stanovy jihlavské jednoty. Následující rok stanovy byly přijaty a od té doby se datuje oficiální spolek Sokol Jihlava. První sokolové ale cvičili v soukromých prostorách tanečního sálu a poté v domě Beseda. Prostor byl nevyhovující, především špatné podmínky pro cvičení v zimním období, z důvodu nemožnosti vytápění cvičebního prostoru. Jednota se tak v roce 1894 rozhodla založit Družstvo pro postavení vlastní tělocvičny a vybrat peníze pomocí sbírky. Počáteční nadšení a postup realizace ale brzdil výběr vhodného pozemku a pomalé shánění dalších financí. Založené Družstvo přestalo na realizaci pracovat a později činnost byla úplně ukončena. Stavba budovy Jihlavského Sokola tak ustrnula na následujících 40 let. Sokol si tak nadále pronajímal prostory Besedy, kde jednota sídlila do vzniku Československa. Poté se přesunula do Masarykových škol (dnes Průmyslová škola Jihlava). Spolek ustanovil vlastní stavební odbor, který se nadále zabýval výstavbou vlastní budovy a nahradil tak původní Družstvo. Jednota nadále hledala vhodný pozemek ve středu města, který získala v roce 1919 a následně směnou za jiný pozemek ještě rozšířila. Tato plocha byla v roce 1929 přeměněna na stadion a pojmenována podle zakladatele Sokola - Tyršův areál.

Plány a realizace stavby která v Jihlavě nyní stojí, vznikali po roce 1930, kdy spolek vypsal architektonickou soutěž. Návrh byl vybrán z celkem 25 studií, kdy porotu nejvíce zaujal projekt známého architekta Bohuslava Fuchse. Stavba byla ale odložena z důvodů hospodářské krize. Díky tomu se Sokolu podařilo získat vhodnější pozemek kde dnes budova stojí a původní venkovní areál mohl být zachován. Tentokrát byl vítěz původní architektonické soutěže Fuchs osloven přímo, aby navrhl budovu pro nový pozemek. Dle nového návrhu stavba 25. dubna 1935 mohla začít. Pro členy spolku byla zavedena 30 hodinová pracovní povinnost. První událost v nové budově Sokolu se konala už po sedmi měsících od začátku stavby a to promítání filmu Maryša. Tělocvičny byly uvedeny do provozu v lednu následujícího roku. Celkové náklady na stavbu a vybavení byly 1 190 599,15 korun.

Později stavba nesloužila jenom k původní myšlence kultivaci těla a mysli, protože během 2. světové války byl celý areál zabrán vojskem. Vnitřní vybavení se ale podařilo z velké části včas odvézt. Do Sokolovny byla umístěna organizace Hitlerjugend a pod

policejním dozorem fungoval biograf. Po skončení války Sokol Jihlava ihned obnovil v rámci možností svou činnost.

Během 20. století se několikrát uvažovalo nad rozšířením stavby. Před rokem 1948 vznikl i rozpočet na přístavbu velkého sálu pro cvičence s postranní galerií, rozšíření šaten, prostorné jeviště, loutkové divadlo, kanceláře jednoty, sál pro konání členských schůzí, bazén a restauraci. Bohužel, po zrušení Sokola v roce 1952 tyto plány nebyly realizovány. Z objektu tak Stavební podniky Havlíčkův Brod udělali ubytovnu pro zedníky. Prostory později znovu využívali sportovci z TJ Spartak a TJ Dynamo Jihlava. Po Sametové revoluci se budova vrátila zpět Sokolům a v roce 2004 byla prohlášena za nemovitou kulturní památku. [22]

Obrázek 20 Sokolovna Jihlava



Zdroj : sokolskepamatky.eu

Obrázek 21 Současný stav



Zdroj : sokolskepamatky.eu

Obrázek 22 Hlavní sál



Zdroj : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba
UNARCHITEKTI

Obrázek 23 Pohled od Smetanových sadů



Zdroj : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba
UNARCHITEKTI

7.2. Stavební a urbanistické pojetí

Budova je umístěna přímo na hranici křížení uliční čáry křižovatkou ulice Tyršova a Tolstého, nedaleko Smetanových sadů. Stavba má tři nadzemní patra a jedno podzemní. Z uličního pohledu je příznána pohledová železobetonová konstrukce, která je vyplněna režným cihelným zdivem. Výrazným prvkem je prosklená schodišťová část na nároží budovy, kterou doplňuje vstupní portál a průchod sloužící i pro kolemjdoucí.

Obrázek 24 Umístění budovy vůči Masarykovu Náměstí



Zdroj : mapy.cz

7.3. Současný stav budovy

Budova nikdy neprošla kompletní rekonstrukcí. Ze zjištěných informací a vlastního průzkumu, se vždy jednalo o lokální technické řešení, nebo stavební úpravu. V průběhu let jediná větší stavební úprava byla jednopodlažní přístavba podél severovýchodní strany budovy, sloužící pro postranní vchod do biografu. Dále došlo k přemístění hlavního vstupu z Tolstého ulice, do průchodu z ulice Tyršova a vyždění podest, na kterých vzniklo zázemí pro cvičitele. Posledním větším stavebním zásahem bylo v roce 2011 vybudování multifunkčního divadelního sálu DIOD (Divadlo otevřených dveří). Foyer bývalého kinosálu se tak proměnilo na kavárnu a dále došlo k vybudování zázemí sálu.

Z pohledu technického zařízení budovy je její soustava velmi decentralizována. Veškeré zásahy vždy byly lokálního charakteru, proto se po objektu nachází několik samostatných plynových kotlů. Stejně tak poslední velká investice do vzduchotechnické jednotky z roku 2011 slouží pouze pro potřeby DIODU. Původní stav obálkové konstrukce a nesourodost technických systémů vedou ke značným nákladům na provoz budovy.

V rámci zpracování projektu vytápění a zjednodušené studie větrání, proběhl 20.4.2022 průzkum současného stavu budovy Sokola v Jihlavě a jeho zdokumentování.

Obrázek 25 Pohled z Tyršovy ulice na rozvod chladicí jednotky DIODU



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 26 Severní pohled ze střechy na chladicí jednotku DIODU



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 27 Pohled na zadní severovýchodní části objektu a stávající vyústění VZT DIOD



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 28 Pohled na zadní severovýchodní části objektu a stávající vyústění VZT DIOD



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 29 Vzduchotechnická jednotka pro sál DIOD



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 30 Vzduchotechnická jednotka pro sál DIOD



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 31 Rozvody vzduchotechniky pro sál DIODu



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 32 Vstup do technické místnosti VZT jednotky DIODu z ulice Tyršova



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 33 Rozvody vzduchotechniky pro sál DIODu



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 34 Bojler pro zázemí DIODu



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 35 Plynový kotel zázemí severovýchodní přístavby (SOKOLOVNA CAFE&BAR)



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 37 Rozvody otopné soustavy v kanceláři 2.NP (velké tepelné ztráty)



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 36 Plynový kotel a zázemí severovýchodní přístavby (pro stávající kanceláře)



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 38 Plynový kondenzační kotel VIESSMANN Vitodens 11-W 26 kW s integrovaným zásobníkem 46l



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 39 Pohled na stropní konstrukci a stávající plynové záříče



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 40 Regule a řízení hlavního cvičebního sálu



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 41 Umístění plynového kotle Thermona 28 T o výkonu 28 kW v kanceláři 3.NP



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 42 Umístění plynový kondenzační kotel VISSMANN Vitodens 11-W 2



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 43 Rozvody otopné soustavy v kanceláři 2.NP
(velké tepelné ztráty)



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

Obrázek 44 Plynový kondenzační kotel VISSMANN
Vitodens 11-W 26 kW s integrovaným zásobníkem 46l



Zdroj : Vlastní fotodokumentace

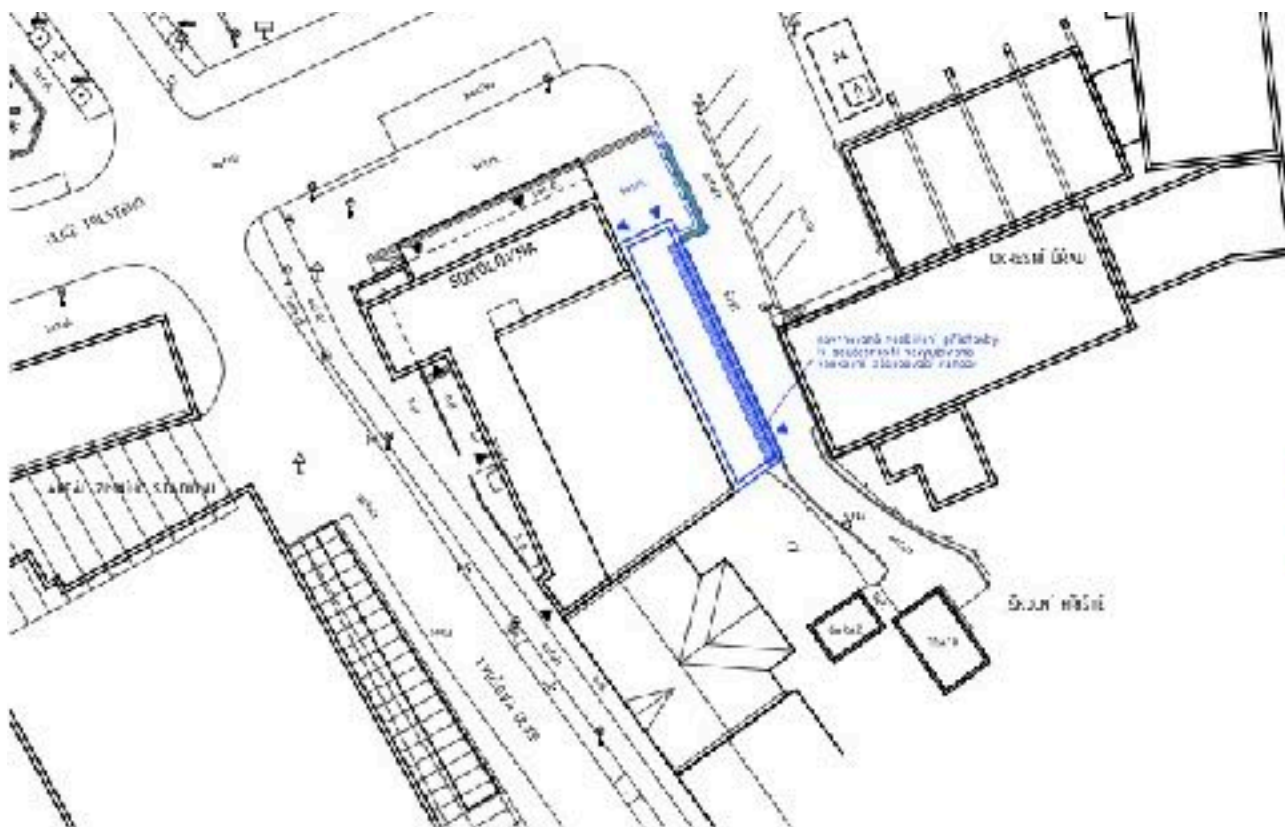
7.4. Budoucnost budovy

Budoucím záměrem budovy je zachování provozu a myšlenky Sokola - prostor pro kultivaci těla a mysli. Vznikla tak architektonická studie od ateliéru UNARCHITEKTI, která je podkladem této práce.

Studie se zaměřuje na vylepšení vnitřních prostorů části DIODU a kavárny. Také je v ní zpracována původní zamýšlená vícepodlažní přístavba na severovýchodní straně. Ta by měla sloužit jako zázemí pro kanceláře DIODU a Sokola. Nově uvažovaný prostor tak obsahuje přepracované vnitřní členění částí budovy, které by mělo lépe sloužit uživatelům. Jedná se o nově vybudované šatny a jejich zázemí pro cvičence. Z pohledu TZB je potřeba navrhnout efektivní technická zařízení budovy, která uživatelům zajistí co možná nejlepší a zdravé vnitřní prostředí.

Z ekonomického pohledu je důležité snížit provozní náklady, zejména na vytápění. Dále zajistit více atraktivní prostory pro potenciální pronajímatele a pořádané akce. Hlavním úkolem celé rekonstrukce a dostavby je potřeba zajistit ekonomickou udržitelnost provozu.

Obrázek 45 Situace - modře vyznačené nové konstrukce



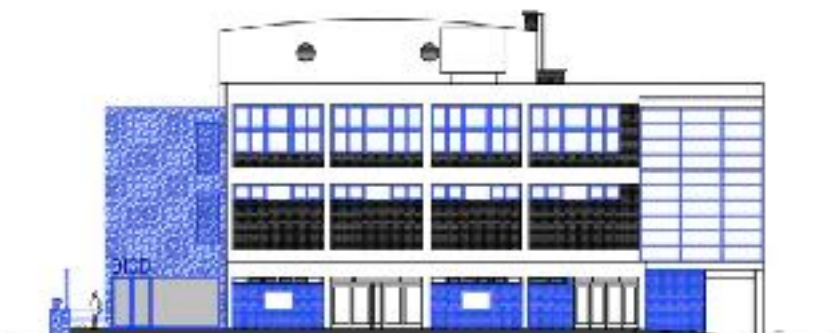
Zdroj : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba UNARCHITEKTI

Obrázek 46 Pohled JZ - modře vyznačené nové konstrukce



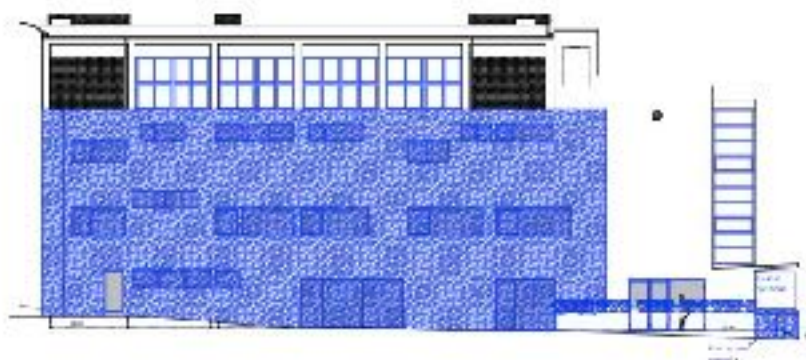
Zdroj : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba UNARCHITEKTI

Obrázek 47 Pohled SZ - modře vyznačené nové konstrukce



Zdroj : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba UNARCHITEKTI

Obrázek 48 Pohled SV - modře vyznačené nové konstrukce



Zdroj : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba UNARCHITEKTI

7.5. Prostorové a technické možnosti

Prostorové možnosti pro umístění nové technické místnosti, nebo zázemí pro technické zařízení budovy jsou značně omezené. Velmi problematický je i návrh a umístění nového hlavního zdroje tepla v rámci historické budovy.

Ve stávající strojovně VZT (dříve plynové kotelně) v 1.PP historické části budovy není prostor pro další umístění technických zařízení. Stávající vzduchotechnická jednotka, která zde byla umístěna během rekonstrukce v roce 2011 pro část DIOD, by měla být zachována a v ideálním případě napojena na nový zdroj tepla. V okolí strojovny se nachází malé skladovací prostory, které nejsou vhodné pro umístění nového zdroje tepla. Dispozičně je zde pouze prostor pro umístění akumulární (taktovací) nádrže. Stávající vyústění a nasávání VZT jednotky DIOD by bylo nutné umístit na východozápadní stěnu objektu (*Obrázek 25*).

Ve zpracované architektonické studii není nikde umístěna nová technická místnost, nebo prostor pro technologie. Umístění nové technologie budovy je v této práci navrženo v nově vytvořené podzemní části 1.PP přístavby. Technické zázemí budovy, by bylo dostupné z únikového schodiště na severovýchodní straně. Dále by byla v projektu vytvořena dvojice šachet 1.PP - 4.NP, které by sloužili k rozvodu větví otopné soustavy, centrálně připravované teplé vodě a případnému propojení ke zdrojům tepla vně objektu. V úrovni 1.NP by bylo možné umístit nasávání pro nový centrální zdroj tepla, v případě vnitřního tepelného čerpadla a bivalentního zdroje v podobě plynového kotle.

Druhé možné umístění zdrojů tepla a je na střešní části budovy na severní straně. Zde je už nyní umístěna chladicí jednotka pro sál DIOD. S ohledem na památkovou ochranu by bylo možné umístit sestavu (např. sestavu plynového absorpčního čerpadla) v ose stávajících systémů DIODu a vhodně vyřešit pohledové zakrytí jednotek (např. tahokovem). Od umístění technických systému na střešní konstrukci, by bylo možné vést připojení na SZ straně objektu skrze šachtu uvnitř objektu do technické místnosti.

Část DIODu je vytápěna pomocí vzduchotechnické jednotky. Pro převážnou část budovy, mimo Velký sál, je vhodné navrhnout desková otopná tělesa a připojit ke stávajícím rozvodům topných okruhů (část Režie DIODu, Zasedací místnost,..). Pro nově upravené dispozice budovy je vhodné umístit rozvody do podhledu a navrhnout otopná tělesa. Specifický způsob vytápění je potřeba navrhnout pro Velký sál, který se nachází ve 3.NP historického objektu. Dispozice sálu nedovoluje použití deskových otopných ploch pro dostatečné pokrytí tepelné ztráty místnosti. Dále zde není vhodné použít systémové stropní jednotky s vyústěním na střešní konstrukci (např. Rekuper, Hoval) s ohledem na

typ stropní konstrukce sálu a proveditelnosti návrhu při posuzování památkovým ústavem. Lze zvažovat možnost umístění stropních sálových panelů, nebo vytápění pomocí vzduchotechniky.

8. DesignBuilder

Pro analýzu budovy byl vytvořen model v programu DesignBuilder. Model byl využit pro návrh vytápění a zpracování studie větrání. Model vznikl na základě podkladů architektonické studie a podkladů od jihlavského studia UNARCHITEKTI z února 2022. Model pro simulaci tak není aktuální stav budovy, ale rekonstruovaná budova dle studie. Jednotlivé místnosti (bloky) jsou stanoveny v CAD programu ze středové linie stavebních konstrukcí a následně zpracovány v programu Design Builder. Model se skládá ze tří nadzemních částí (1.NP, 2.NP, 3.NP a Střecha), zahrnuje modelaci různých výškových úrovní podlaží stavby a částečnou modelaci terénu.

Pro provedené výpočty byl využit *Location Template* pro Dukovany a okrajové podmínky simulace *Simulation Weather Data* pro město Vídeň. Stavební konstrukce modelu jsou definovány hodnoty dle ČSN 73 0540, viz. Tabulka 1. Hodnota vnitřních zisků (All Gains) je zvolena na hodnotu 0. Simulace probíhá podle předem připraveného provozního režimu.

Tabulka 1 Předpokládané součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí použité při simulaci

	Tloušťka [m]	Součinitel prostupu tepla [W/m ² /K]
*Podlaha přilehlá k zemině	-	0,45
*Střecha plochá	-	0,25
Podlaha nad nevytápěným suterénem	-	-
Podlaha nad venkovním prostorem	-	-
*Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	-	2,2
Obvodové venkovní stěny	0,300	1,5 (1,493)
Obvodové venkovní stěny	0,400	1,18
Obvodové stěny přilehlé k zemině	-	-
*Vnitřní stěny mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	-	2,7
*Okna, prosklené dveře (trojsklo)	-	0,8 (0,786)
*Okna, prosklené dveře (dvojsklo)	-	1,1
* ČSN 73 0540-2:2011		

Zdroj : Vlastní zpracování pro potřeby simulace

Výsledky simulace zaměřené na tepelné ztráty jsou v části *B.4 Výpočtová část*. Konkrétně jsou obsahem přílohy *B DesignBuilder Summary heating design* a dále zpracovány v příloze *C Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831*.

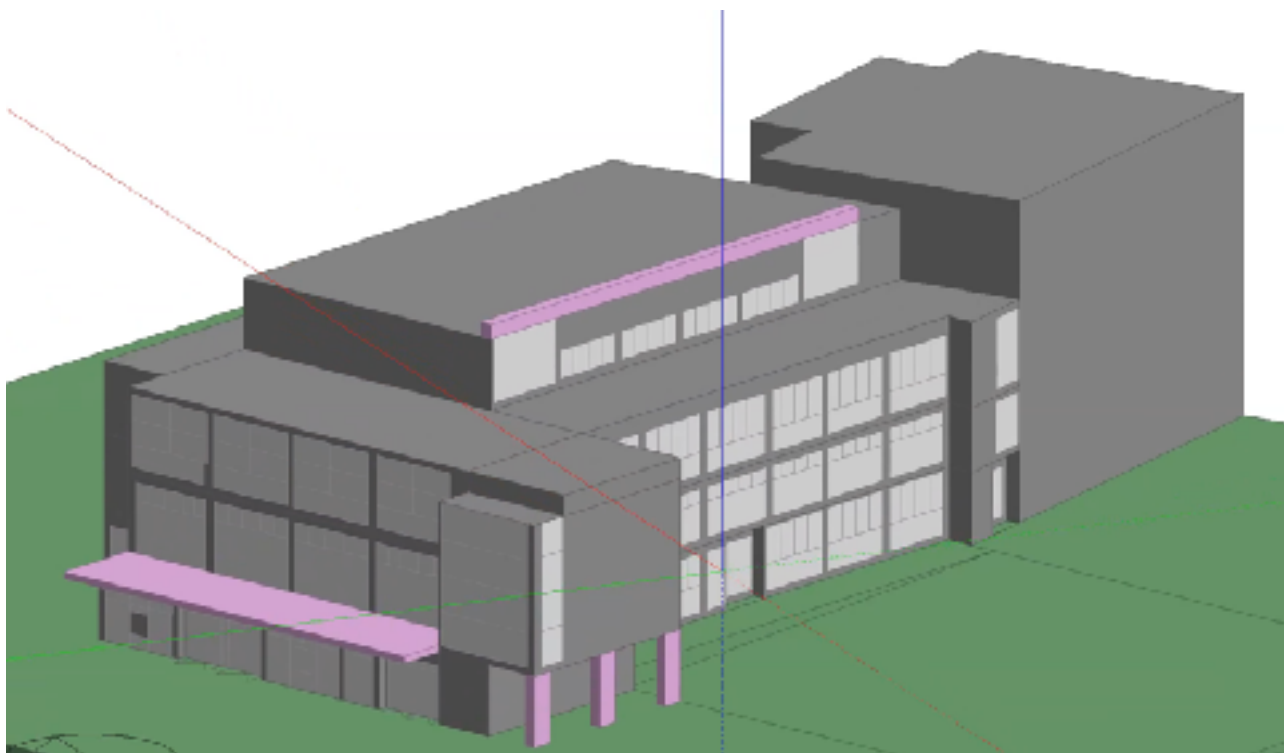
Dále byla provedena simulace otopné sezóny od 1.9. - 31.5. pro stanovení potřebného výkonu zdroje tepla. Následně analytickými nástroji došlo ke stanovení četnosti výkonů zdroje tepla pro vytápění a potřebu přípravy teplé vody. Tento způsob dimenzování zdroje tepla byl následně použit i pro zpracovaný projekt a je obsahem *B.4 Výpočtová část - B4.4 Výpočet celkového výkonu zdroje pro ohřev teplé vody a vytápění*.

V rámci rozvíjející analýzy budovy a možností návrhu opatření pro Velký sál, byla provedena simulace zaměřující se pouze na letní provoz Velkého sálu. Cvičební sál je umístěn přímo pod střešní konstrukcí a v letních měsících dochází k přehřívání prostoru. Sledované období pro simulaci bylo od 20.7. - 10.8., simulovaného roku. Letní výpočtová kapacita (*Occupancy*) domu byla odhadnuta na 25 osob na 329 m², tedy zadaná výpočtová hustota je 0,076 pro Velký sál. Poměr podílu mužů a žen byl nastaven na hodnotu 0,95 (*Metabolic Factor*). Hodnota *Latent fraction* ponechána na 50 % z citelného tepla. Aktivita prováděná v daném prostoru nastavena na střední hodnotu z výběru - cvičení (*Exercise*). Hodnotu *Airtighness* byla po konzultaci nastavena na hodnotu 3,00 (24/7) *Infiltration rate at 50 Pa (ac/h)*.

Varianty simulace

- A. **Stávající stav** - bez zapnuté vzduchotechnické jednotky, bez nočního provětrání
- B. **Noční provětrání** - noční provětrání světlíkem od 22:00 - 6:00
- C. **Kombinace variant** - noční provětrání světlíkem od 22:00 - 6:00 a zapnutá vzduchotechnická jednotka 9:00 - 18:00
- D. **Alternativní varianta** - noční provětrání světlíkem od 22:00 - 6:00 a zapnutá vzduchotechnická jednotka 9:00 - 18:00, doplněna o venkovní automatické stínění

Obrázek 49 Blokový pohled na Sokolovnu v Jihlavě v programu DesignBuilder



Zdroj : vlastní zpracování, printscreen z programu DesignBuilder

Obrázek 50 Vizualizace Sokolovny Jihlava v programu DesignBuilder



Zdroj : vlastní zpracování, printscreen z programu DesignBuilder

Výsledek simulace

Analýzou získaných dat z programu DesignBuilder lze konstatovat, že pouze nočním provětráním zásadně neovlivníme teplotu ve Velkém sále (*A. Stávající stav*), která dosáhne nejvyšší hodnoty 28,32 °C a mediánu 25,04 °C, během kritických letních dnů.

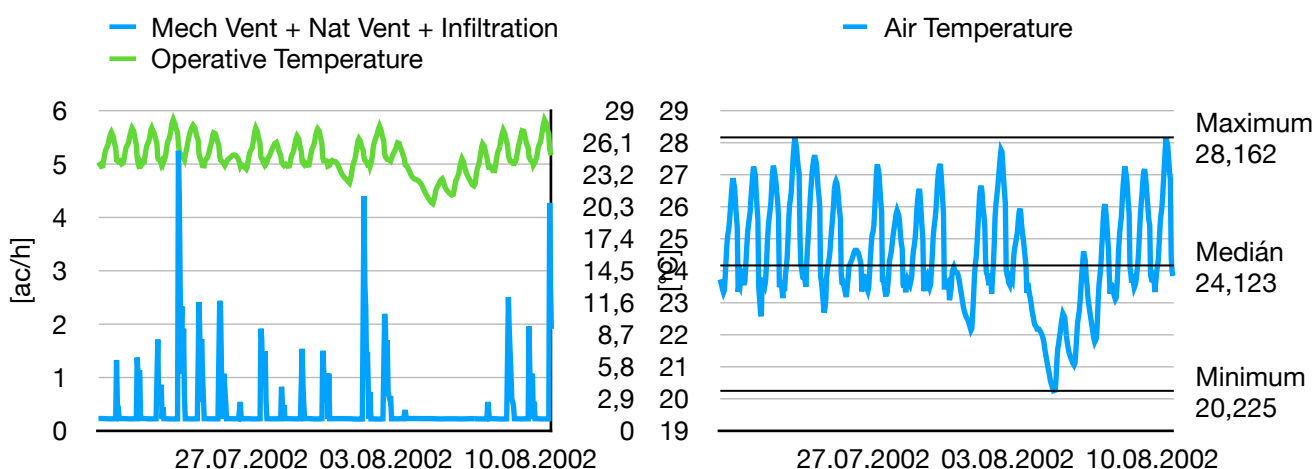
Hodnoty u varianty *B. Noční provětrání* dosáhnou hodnot teploty vzduchu téměř stejných, jako u *A. Stávající stav*, konkrétně 28,16 °C. Došlo ale ke snížení hodnoty mediánu o téměř jeden stupeň na 24,12 °C.

U varianty *C. Kombinace variant*, která obsahuje zapnutou vzduchotechnickou jednotku a noční provětrání je zajímavé, že výsledná maximální teplota vzduchu je v kritických dnech dokonce vyšší, než u předešlých variant - 28,34 °C a medián 23,92 °C.

Poslední analyzovaný stav *D. Alternativní varianta*, je s použitím venkovního stínění okenních výplní, po dobu používání Velkého sálu. Dle ČSN EN 12831 je požadována vnitřní výpočtová hodnota teploty vzduchu sportovních hal 15 °C. Setpoint spuštění stínění (*Blind with medium reflectivity slats*) byl nastaven na tuto hodnotu. Výsledky ponížili simulované hodnoty na medián 23,82 °C a maximální 27,97 °C.

Z výsledků je patrné, že ani v tomto případě nedošlo k zásadnímu ovlivnění vnitřní teploty. S výrazným zlepšením obálky historické budovy během rekonstrukce není možné uvažovat. Lze tedy doporučit návrh venkovního stínění okenních výplní pro cvičební sály a umístění vzduchotechnické jednotky s chlazením. Dále je možné v návrhu vytápění zvážit umístění sálavých stropních panelů, které v letním období mohou Velký sál ochlazovat a částečně potlačit sálavou složku od konstrukce střechy.

Graf 1 Průběh simulace *D. Alternativní varianta* v grafickém zpracování



Zdroj : vlastní zpracování

9. Koncept technického řešení systémů

Technické řešení a umístění systémů v budově Sokola, je po celkové analýze a vlastním průzkumu objektu značně omezené. Projekt tak pracuje s variantou vytvoření technické místnosti v 1.PP nově vzniklé přístavby, pro umístění technického zázemí objektu.

Způsob vytápění a větrání Divadla otevřených dveří zůstává stejný, podle realizace z roku 2011. V projektu je navržena náhrada za nevyhovující stávající zdroj tepla, dle požadavků studie.

Prostory mimo Velký cvičební sál a sál DIODu, budou vytápěny pomocí deskových otopných těles a lavic. Stávající teplovodní soustava bude v určitých částech budovy doplněna o další tělesa. V nově navržené dispozici objektu, budou navrženy otopná tělesa s rozvody převážně vedenými v podhledu. Jiný způsob pro vytápění těchto prostor (např. teplovzdušné) nemohl být z prostorových možností uvažován.

Pro specifický provoz a dispozici Velkého cvičebního sálu je navrženo variantní řešení vytápění, které je v této části specifikováno a následně vyhodnoceno v části 9. *Multikriteriální analýza variant.*

9.1 Zdroj tepla

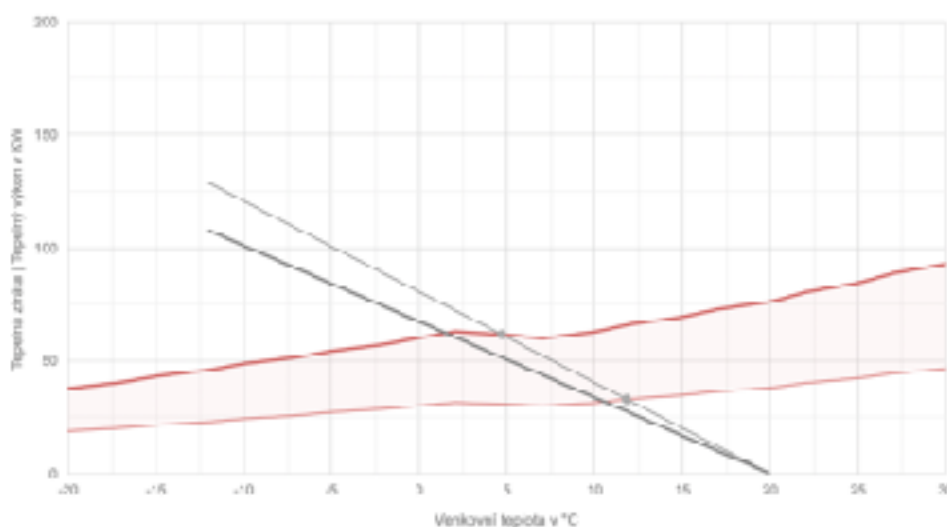
Pro pokrytí potřeby tepla jsou navrženy celkem tři zdroje tepla. Toto řešení je navrženo z důvodu dispozice budovy, různých provozních částí budovy a požadavků architektonické studie. Z důvodu nedostatečného rezervovaného příkonu odběrného místa historické budovy, není možná instalace pouze tepelných čerpadel vzduch - voda. Návrh tak kombinuje tři typy zdrojů tepla a využívá plynovou přípojku.

Technické zázemí části DIODu projde technickou kontrolou pro správnou funkčnost systému. Plynový hořák bude nahrazen kaskádou dvou absorpčních plynových tepelných čerpadel, které budou umístěny na střeše objektu (3). Tato část je obecně popsána v části *B.2 Technická zpráva*, zjednodušený návrh konkrétního zdroje je obsahem *B.4 Výpočtová část* a v části *B.3 Výkresová část* je zobrazeno umístění zdroje na střešní konstrukci.

Pro vytápění a možné chlazení Velkého cvičebního sálu (2) je také navrženo absorpční plynové tepelné čerpadlo, které je umístěno na střešní konstrukci. Toto řešení bylo zvoleno s ohledem na reakční dobu systému při specifickém provozu a optimalizaci délky technických rozvodů.

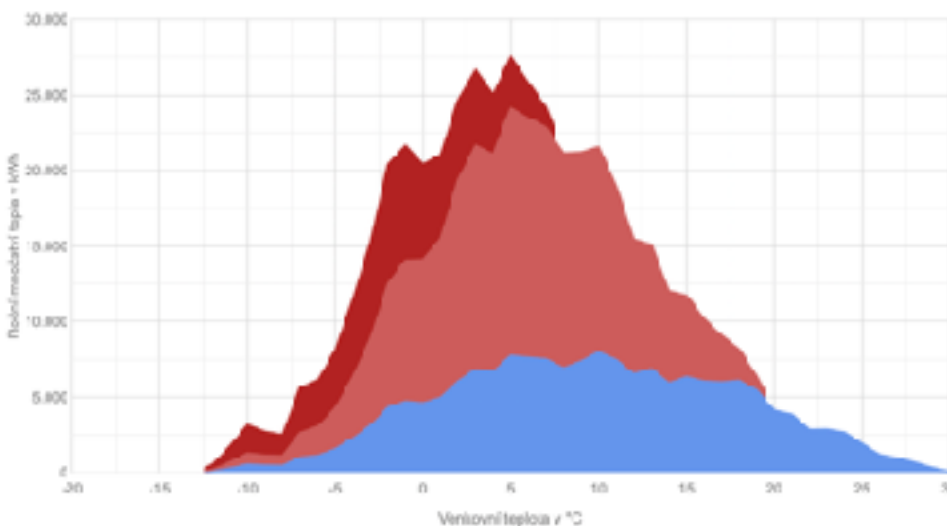
Ostatní prostory budovy budou vytápěny pomocí kaskády dvou tepelných čerpadel vzduch - voda, které zajišťují i přípravu teplé vody (1). Tyto čerpadla budou umístěna také na střešní konstrukci. Tento systém bude doplněn o bivalentní zdroj tepla v podobě venkovního kondenzačního plynového kotle (slouží také pro Velký cvičební sál). Tento navržený zdroj tepla byl následně analyzován pomocí online programu *TOOLBOX - Dimenzování tepelného čerpadla* od společnosti *STIEBEL-ELTRON*. Podíl pokrytí tepelným čerpadlem je 84,3 % a bod bivalence 4,7 °C. Při návrhu byla zvažována i varianta kaskády tří tepelných čerpadel, při kterém bylo dosaženo vyššího podílu pokrytí tepelným čerpadlem, ale s ohledem na pořizovací náklady další jednotky a průměrnou zimní teplotou v Jihlavě tato varianta nebyla zvolena.

Obrázek 51 Vizualizace tepelné ztráty / výkonu v programu TOOLBOX



Zdroj : TOOLBOX Stiebel-Eltron

Obrázek 52 Vizualizace pokrytí ročního množství tepla pro Zdroj 1 v programu TOOLBOX (červená - plynový kotel, lososová - tepelné čerpadlo, modrá - příprava TV)



Zdroj : TOOLBOX Stiebel-Eltron

9.3 Varianta A

Hlavní sál bude vytápěn pomocí **teplovodního podlahového vytápění** (popis principu v části 2.1 *Teplovodní podlahové vytápění*, např. *4Heat*) a deskových otopných ploch v přísálí. V ostatních částech objektu je vytápění řešeno pomocí deskových otopných ploch (z produktových řad Korado, Koraline a Koralux), umístěné pod okenní výplně, nebo dle vhodnosti dispozice.

Vzduchotechnické rozvody pro přiváděný vzduch ve Velkém sále je zavěšen ve dvou řadách po stránkách od osy hlavního sálu, pomocí textilního potrubí (např. Příhoda). Odtah je na severozápadní štítové stěně. V ostatních částech objektu jsou instalovány podstropní vzduchotechnické jednotky, dle dispozice a návrhů větracích objemů.

9.4 Varianta B

Hlavní sál bude vytápěn **teplovzdušným způsobem** (popis principu v části 2.6 *Teplovzdušné vytápění/větrání*) a deskových otopných ploch v přísálí. Konkrétně by se jednalo o decentrální vzduchotechnické jednotky typu RoofVent/TopVent od společnosti Hoval, nebo Beta/Bora od společnosti Rekuper. V ostatních částech objektu je vytápění řešeno pomocí deskových otopných ploch (z produktových řad Korado, Koraline a Koralux), umístěné pod okenní výplně, nebo dle vhodnosti dispozice.

Vzduchotechnické rozvody pro přiváděný vzduch ve Velkém sále je zavěšen ve dvou řadách po stránkách od osy hlavního sálu, pomocí textilního potrubí (např. Příhoda). Odtah je na severozápadní štítové stěně. V ostatních částech objektu jsou instalovány podstropní vzduchotechnické jednotky, dle dispozice a návrhů větracích objemů.

9.5 Varianta C

Hlavní sál bude vytápěn pomocí **zavěšených teplovodních sálových ploch** (popis principu v části 2.3 *Vytápění zavěšenými sálovými panely*) a deskových otopných ploch v přísálí. Konkrétně by se jednalo o produkt KSP od společnosti Kotrbatý. V ostatních částech objektu je vytápění řešeno pomocí deskových otopných ploch (z produktových řad Korado, Koraline a Koralux), umístěné pod okenní výplně, nebo dle vhodnosti dispozice.

Vzduchotechnické rozvody pro přiváděný vzduch ve Velkém sále jsou po stránkách prostoru. Rozvody jsou ze vzduchotechnického potrubí, osazené řadou dýz s dlouhým

dosahem. Odtah je na severozápadní štítové stěně. V ostatních částech objektu jsou instalovány podstropní vzduchotechnické jednotky, dle návrhů větracích objemů.

10. Multikriteriální analýza variant

Variantní řešení je především zaměřeno na Velký cvičební sál, u kterého bylo možné zvažovat několik vhodných návrhů způsobu vytápění, místo stávajících nevyhovujících světelných infrazářičů.

Jednotlivé varianty, popsané v kapitole 9. *Koncept technického řešení systému*, jsou dle kritérií hodnoceny číselně. Hodnocení nabývá hodnot 1 až 3 kdy platí, že vyšší číslo znamená lepší/vhodnější variantu.

Tabulka 2 Multikriteriální analýza

Kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Výška stropu	2	3	3
Zatížení konstrukce	2	2	2
Zásah do konstrukce	1	3	3
Pořizovací náklady	1	2	2
Provozní náklady	3	1	3
Servis, údržba	3	1	3
Komfort	3	2	3
Životnost	3	1	3
Víření prachu	3	1	3
Hlučnost	3	1	3
Rychlost reakce	1	3	2
Hořlavé/výbušné prostředí	3	1	3
Náklady na rozvody	1	1	1
Součet	29	22	34

Zdroj : Vlastní zpracování

11. Varianta zpracovaná v projektu

Nejvhodnější, z navržených variant popsaných v kapitole 9. *Koncept technického řešení systému*, dle multikriteriální analýzy variant pro budovu Sokola v Jihlavě je Varianta C. Tato varianta bude zpracována v části projektu v rozsahu požadavků zadání.

12. Závěr

V rámci zpracování své diplomové práce jsem vytvořil zjednodušený koncept větrání a projekt vytápění. Projekt je zpracován kombinací klasických výpočtů, společně s použitím softwaru DesignBuilder. S ohledem na postup práce při návrhu jsem využil získaná data ze simulačního programu a použil pro návrh běžným způsobem, ve smyslu ručních výpočtů. Toto provedení bylo použito z důvodu rozdělení specifických provozů budovy a uvažovaného zdroje tepla, při splnění požadavku zachování části současné technologie.

Diplomová práce jednoznačně prohloubila mé znalosti v oblasti návrhu vzduchotechniky a především vytápění. Zároveň také rozšířila pohled na nutnou komplexnost a vlastní složitost návrhu, při řešení technických zařízení v dispozici historických budov.

13. Seznam zdrojů

Publikace

- [1] DANIELS, Klaus. Technika budov: příručka pro architekty a projektanty. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-889-0563-X.
- [2] PETRÁŠ, Dušan a Miroslav KOTRBATÝ. Vytápění velkoprostorových a halových objektů. Bratislava: Jaga, 2006. Vytápění. ISBN 80-8076-040-3.
- [3] BAŠTA, Jiří a Karel KABELE. Otopné soustavy teplovodní. 3., přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, odborná sekce vytápění, 2008. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-02064-6.
- [4] BAŠTA, Jiří a Ondřej HOJER. Sálavé a průmyslové vytápění. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2021. ISBN 978-80-01-06814-4.

Studie a tištěné zdroje

- [5] Ing. Lubomír Jonáš, projektant TZB. Technická zpráva : Vybudování alternativní kulturní scény Multifunkční kulturní sál Sokol Jihlava SO.01 VYTÁPĚNÍ – Prováděcí PD
- [6] Ing. Lubomír Jonáš, projektant TZB. Technická zpráva : Vybudování alternativní kulturní scény Multifunkční kulturní sál Sokol Jihlava PS.01 VZDUCHOTECHNIKA PS.02 CHLAZENÍ
- [7] UNARCHITEKTI, Architektonická studie : Sokolovna Jihlava - Rekonstrukce a přístavba, Únor 2022.
- [8] Atelier bod architekti, Ing. Petr Burian, projektant TZB. Technická zpráva : Sokolovna Modřice - Vytápění
- [9] Atelier bod architekti, R.Gaiger, projektant TZB. Technická zpráva : Sokolovna Modřice - Vzduchotechnika
- [10] OK PLAN ARCHITECTS, Ing. Dušan Lédl, projektant TZB. Technická zpráva : Stavební úpravy objektu č.p.97 - Vytápění
- [11] OK PLAN ARCHITECTS, Ing. Pavel Černocho, LI-VI PRAHA spor. s.r.o., Projekt klimatizace : Galerie 8smička - Klimatizace
- [12] OV-A, Slavomír Včelák, projektant TZB. Technická zpráva : Revitalizace spolkového domu ve Slavonicích - ZTI
- [13] OV-A, Opočenský Valouch architects. Technická zpráva : Revitalizace spolkového domu ve Slavonicích - ÚT

[14] OV-A, Opočenský Valouch architects. Technická zpráva : Revitalizace spolkového domu ve Slavonicích - VZT

Online

[15] Sokol (spolek). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Sokol_\(spolek\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sokol_(spolek))

[16] Historie Sokola: Založení Sokola [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.sokol.eu/historie-sokola-pamatky>

[17] Městská hala Modřice [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/mestska-hala-modrice>

[18] Bývalá sokolovna Modřice [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <http://www.sokolskepamatky.eu/objekty/detail/byvala-sokolovna-modrice/>

[19] 8SMIČKA [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/8smicka>

[20] Revitalizace Spolkového domu ve Slavonicích [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/revitalizace-spolkoveho-domu-ve-slavonicich>

[21] Volba způsobu vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů [online]. Praha: TZB-info.cz, 2020 [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapani-prumyslovych-hal-a-velkych-objektu/20131-volba-zpusobu-vytapani-prumyslovych-a-velkoprostorovych-objektu>

[22] Sokolovna Jihlava [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <http://www.sokolskepamatky.eu/objekty/detail/sokolovna-jihlava/>

14. Seznam obrázků

Obrázek 1 Návrh první sokolovny v ulici Sokolská, Praha 2

Obrázek 2 Sokolovna v ulici Sokolská, Praha 2

Obrázek 3 Sokolský znak

Obrázek 4 Městská hala Modřice a bývalá Sokolovna Modřice

Obrázek 5 Velký sál a integrovaný návrh “žlabu” v nosné konstrukci stropu pro vedení vzduchotechniky

Obrázek 6 Vyústění vzduchotechniky v obkladu štítových zdí

Obrázek 7 Posilovna a vedení rozvodů vzduchotechniky

Obrázek 8 Velký sál

Obrázek 9 Tribuna Velkého sálu

Obrázek 10 Galerie 8smička pohled z ulice Kamarýtova

Obrázek 11 Galerie 8smička vstup

Obrázek 12 Galerie s instalačním lemem podhledu

Obrázek 13 Kavárna s instalačním lemem podhledu

Obrázek 14 Topné registry

Obrázek 15 Galerie s perforovaným podhledem

Obrázek 16 Spolkový dům ve Slavonicích

Obrázek 17 Společenský sál a kino

Obrázek 18 Převýšená hala

Obrázek 19 Půdní prostor s technickým zázemím

Obrázek 20 Sokolovna Jihlava

Obrázek 21 Současný stav

Obrázek 22 Hlavní cvičebný sál

Obrázek 23 Pohled od Smetanových sadů

Obrázek 24 Umístění budovy vůči Masarykovu Náměstí

Obrázek 25 Pohled z Tyršovy ulice na rozvod chladicí jednotky DIODU

Obrázek 26 Severní pohled ze střechy na chladicí jednotku DIODU

Obrázek 27 Pohled na zadní severovýchodní části objektu a stávající vyústění VZT DIOD

Obrázek 28 Pohled na zadní severovýchodní části objektu a stávající vyústění VZT DIOD

Obrázek 29 Vzduchotechnická jednotka pro sál DIOD

Obrázek 30 Vzduchotechnická jednotka pro sál DIOD

Obrázek 31 Rozvody vzduchotechniky pro sál DIODu

Obrázek 32 Vstup do technické místnosti VZT jednotky DIODu z ulice Tyršova

Obrázek 33 Rozvody vzduchotechniky pro sál DIODu

Obrázek 34 Bojler pro zázemí DIODu

Obrázek 35 Plynový kotel zázemí severovýchodní přístavby (SOKOLOVNA CAFE&BAR)

Obrázek 36 Plynový kotel a zázemí severovýchodní přístavby (pro stávající kanceláře)

Obrázek 37 Rozvody otopné soustavy v kanceláři 2.NP (velké tepelné ztráty)

Obrázek 38 Plynový kondenzační kotel VIESSMANN Vitodens 11-W 26 kW s integrovaným zásobníkem 46l

Obrázek 39 Pohled na stropní konstrukci a stávající plynové záříče

Obrázek 40 Regulace a řízení hlavního cvičebního sálu

Obrázek 41 Umístění plynového kotle Thermona 28 T o výkonu 28 kW v kanceláři 3.NP

Obrázek 42 Umístění plynový kondenzační kotel VIESSMANN Vitodens 11-W 2

Obrázek 43 Rozvody otopné soustavy v kanceláři 2.NP (velké tepelné ztráty)

Obrázek 44 Plynový kondenzační kotel VIESSMANN Vitodens 11-W 26 kW s integrovaným zásobníkem 46l

Obrázek 45 Situace - modře vyznačené nové konstrukce

Obrázek 46 Pohled JZ - modře vyznačené nové konstrukce

Obrázek 47 Pohled SZ - modře vyznačené nové konstrukce

Obrázek 48 Pohled SV - modře vyznačené nové konstrukce

Obrázek 49 Blokový pohled na Sokolovnu v Jihlavě v programu DesignBuilder

Obrázek 50 Vizualizace Sokolovny Jihlava v programu DesignBuilder

Obrázek 51 Vizualizace tepelné ztráty / výkonu v programu TOOLBOX

Obrázek 52 Vizualizace pokrytí ročního množství tepla pro Zdroj 1 v programu TOOLBOX (červená - plynový kotel, lososová - tepelné čerpadlo, modrá - příprava TV)

15. Seznam tabulek

Tabulka 1 Předpokládané součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí použité při simulaci

Tabulka 2 Předpokládané součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí použité při simulaci

16. Seznam grafů

Graf 1 Průběh simulace *D. Alternativní varianta* v grafickém zpracování

17. Seznam příloh

- A. Výpočet větracích objemů v jednotlivých místností
- B. DesignBuilder Summary heating design

- C. Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831
- D. Návrh otopných těles
- E. Dimenzování otopných soustav PROTECH GDS