

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Procesní inženýrství  
Technologická zařízení staveb**



**Diplomová práce**

**Návrh teplovzdušného vytápění a větrání hal ústřední  
čistírny odpadních vod**

**Bc. Jakub Justa**

© 2022 ČZU v Praze

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Bc. Jakub Justra**

**Procesní inženýrství**

**Technologická zařízení staveb**

## **Název práce**

Návrh teplovzdušného vytápění a větrání hal ústřední čistírny odpadních vod

## **Název anglicky**

Design of hot air heating and ventilation of the halls of the central wastewater treatment plant

## **Cíle práce**

Návrh systému klimatizace (vytápění a větrání) haly kontejnerů, lapáku štěrků a stání fekálních vozů s podmínkou dosažení minimální teploty 10 °C. Specifikace možností na snížení spotřeby energie zpětným získáváním tepla z odváděného vzduchu, návrh technického řešení. Ověřit vznik sirovodíku (sulfanu, H<sub>2</sub>S) v provozních halách, návrh řešení. Posouzení navržených řešení z energetických, ekonomických a environmentálních aspektů.

## **Metodika**

1. Struktura práce by se co nejvíce měla přiblížit schématu:

- A. Úvod
- B. Materiál a metody
- C. Výsledky
- D. Diskuse
- E. Závěr

V práci lze slučovat kapitoly Diskuse a Závěr.

2. Součástí diplomové práce bude sestavení literární rešerše analyzující problematiku klimatizace provozů čistíren odpadních vod. Literární rešerše bude shrnovat poznatky publikované v domácí a zahraniční literatuře. Diplomant posoudí možnosti aplikace výměníků pro zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu a navrhne technické řešení s cílem snížit spotřebu energie klimatizace provozních hal. Dále prověří vznik a výskyt sirovodíku v provozních halách a navrhne způsoby jeho eliminace. Navržená technická řešení posoudí z energetických, ekonomických a environmentálních aspektů.

3. Práci je vhodné doplnit fotografiemi, schémata, grafy a tabulkami. Jednotlivé kapitoly a podkapitoly práce, rovnice, tabulky a obrázky je nutno číselně označovat a na toto značení se v textu odkazovat. Nedílnou součástí práce je i obsah, abstrakt, seznam použitých zkratk a symbolů, obrázků, tabulek a literatury. Práce může být doplněna přílohami.

4. Při vypracování diplomové práce je nutno dbát na respektování citačních pravidel dle ČSN ISO 690:2011.

5. Vedoucího práce je nutno čtvrtletně seznamovat s postupem zpracování zadaného tématu.

### **Doporučený rozsah práce**

40 – 50 str.

### **Klíčová slova**

odpadní vody, čistírna, rekuperační výměník, klimatizace, spotřeba energie, sirovodík, životní prostředí.

### **Doporučené zdroje informací**

ČSN EN Energetická náročnost budov – Větrání budov – Část 3: Pro nebytové budovy - Výkonové požadavky na větrací a klimatizační systémy místností. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020. 48 str.

ČSN EN 12 255 Část – až 13. Čistírny odpadních vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 40 str.

ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 40str.

Firemní dokumentace a podklady – <http://www.tzb-info.cz>

SOJKA, Jan. Čistírny odpadních vod. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. ISBN 978-80-247-4504-6, 96 s.

[www.atrea.cz](http://www.atrea.cz)

[www.cic.cz](http://www.cic.cz)

### **Předběžný termín obhajoby**

2021/2022 LS – TF

### **Vedoucí práce**

prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc.

### **Garantující pracoviště**

Katedra mechaniky a strojnictví

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Návrh teplovzdušného vytápění a větrání hal ústřední čistírny odpadních vod" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor vedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.04.2022

---



## **Poděkování**

Rád(a) bych touto cestou poděkoval(a) prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc

# **Návrh teplovzdušného vytápění a větrání hal ústřední čistírny odpadních vod**

## **Abstrakt**

V dnešní době, kdy se již stává nutností v rámci rekonstrukcí stávajících objektů Čistíren odpadních vod posuzovat navrhované systémy větrání a vytápění nejenom z hlediska optimálních ekonomických nákladů, ale také z enviromentálních hledisek.

Cílem této práce je návrh podmínek a parametrů optimálního systému větrání, vytápění včetně ověření možného vzniku sirovodíku a jeho odstranění v provozních halách včetně návrhu řešení objektu česlovny.

**Klíčová slova:** odpadní vody, čistírna, rekuperační výměník, klimatizace, spotřeba energie, sirovodík, životní prostředí

# **Design of hot air heating and ventilation of the halls of the central wastewater treatment plant**

## **Abstract**

Today, when it is already necessary to assess the proposed ventilation and heating systems within the reconstruction of existing wastewater treatment plants, not only in terms of optimal economic costs, but also in terms of environmental aspects.

The aim of this work is to design the conditions and parameters of the optimal ventilation system, heating, including verification of the possible formation of hydrogen sulfide and its removal in the operating halls, including the design of the česlovný building.

**Keywords:** wastewater, treatment plant, recuperation exchanger, air conditioning, energy consumption, hydrogen sulfide, environment

## 1 Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Cíle práce materiálová východiska a metody .....</b>	<b>10</b>
2.1 Cíl práce a základní popis navrhovaného objektu.....	10
2.2 Metody a systémová východiska .....	10
2.3 Rešerše analyzující problematiku klimatizace provozů ČOV .....	12
<b>3. Teoretická východiska .....</b>	<b>21</b>
3.1 Provozní a tepelně technické vlastnosti objektu .....	21
3.1.1 Tepelně technické vlastnosti objektu.....	21
3.1.2 Základní předpoklady návrhu větrání, vytápění a chlazení .....	23
3.2 Výpočtové údaje a dimenzování zařízení .....	23
3.2.1 Základní výpočtové údaje.....	24
3.2.2 Zdroj tepla.....	27
<b>3 Materiály a metody .....</b>	<b>29</b>
3.1 Popis objektu.....	29
3.1.1 Popis systému techniky prostředí .....	30
3.1.2 Vzduchotechnické a klimatizační systémy .....	34
<b>Výsledky.....</b>	<b>49</b>
<b>4 Závěr.....</b>	<b>50</b>
<b>5 Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>51</b>
<b>6 Přílohy .....</b>	<b>53</b>

# 1. Úvod

V dnešní době, kdy se již stává nutností v rámci rekonstrukcí stávajících objektů Čistíren odpadních vod posuzovat navrhované systémy větrání a vytápění nejenom z hlediska optimálních ekonomických nákladů, ale také z enviromentálních hledisek.

Enviromentální hlediska spočívají v maximálním efektivním využití energií, které produkuje technologický provozy těchto zařízení. Zároveň je nutné eliminovat možný únik látek, které mohou ovlivnit kvalitu života v okolí těchto objektů. Jedná se možný vznik sirovodíku  $H_2S$  a jeho možný únik do okolního prostředí.

Cílem této práce je návrh podmínek a parametrů optimálního systému větrání, vytápění včetně ověření možného vzniku sirovodíku a jeho odstranění v provozních halách včetně návrhu řešení objektu česlovny.

## **2. Cíle práce materiálová východiska a metody**

### **2.1 Cíl práce a základní popis navrhovaného objektu**

Cílem této práce je návrh podmínek a parametrů optimálního systému větrání, vytápění včetně ověření možného vzniku sirovodíku v provozních halách včetně návrhu řešení objektu Česlovny, která se skládá s následujícími částmi:

- Hala kontejnerů
- Lapáky šterků
- Místnost obsluhy
- Sociální zázemí
- Nízkonapěťové rozvodny

Objekt bude sloužit k ochraně provozu lapáků šterku (stáčení fekálií, skladování a odvozu hrubých nečistot) před povětrnostními vlivy a k zabránění šíření zápachu z tohoto provozu. Uvnitř objektu jsou prostory jako zázemí zaměstnanců a uskladnění techniky a technologických a vzduchotechnických prvků.

Objekt tvoří železobetonová prefabrikovaná montovaná konstrukce ze sloupů a vazníků. Mezi sloupy bude vyzděno zdivo z keramických tvárnic. Sloupy budou založeny na pilotách s hloubkou cca 10 m. Stáčecí místo pro fekální vůz bude zastřešeno a bude průjezdné z obou stran. Dále v tomto místě vznikne odpadní jímka 6x5m. Stávající stavidla na přítoku vč. kompletní konstrukce (dráha) drapáku šterku bude také zastřešena. Kontejner bude vjíždět do nového objektu ze stejné strany, jako nyní. Vjezd do objektu je navržen pomocí 4 garážových vrat o rozměrech 6 m x 7 m, vstup pak dveřmi ze severu a západu. Objekt bude prosvětlen okny ve výšce cca 5 m nad podlahou

### **2.2 Metody a systémová východiska**

V objektu SO 01 Stavební objekt Česlovna se předpokládá umístění následujících vzduchotechnických a klimatizačních zařízení:

1. Zařízení č. 1a: Teplovzdušné větrání haly kontejnerů, lapáku šterků a stání fekálních vozů.

2. Zařízení č. 1b: Stropní ventilátor
3. Zařízení č. 2 : Teplovzdušné větrání místnosti obsluhy a sociálního zázemí
4. Zařízení č. 3: Havarijní větrání haly kontejnerů, lapáku štěrků a stání fekálních vozů.
5. Zařízení č. 4: Klimatizace nízkonapěťové rozvodny.
6. Zařízení č. 5: Chlazení místnosti obsluhy.
7. Zařízení Dezodorizace a ionizace

### Systemy teplovzdušného větrání a topení

V současné době se význam a použití teplovzdušného větrání a vytápění zejména v průmyslových objektech stále zvyšuje. Nejprve je nutné vysvětlit principy a rozdíly mezi teplovzdušným větráním a vytápěním.

Teplovzdušné větrání - do místnosti či celého objektu se přivádí minimálně množství čerstvého vzduchu dané doporučenou intenzitou výměny vzduchu  $I$  ( $\text{m}^3/\text{hod}$ ) a o stejné teplotě jako je teplota vnitřní, tj. Tepelné ztráty  $Q_{ztr}$  hradí jiný systém, nejčastěji otopná soustava s otopnými tělesy nebo podlahová otopná soustava. [1]

Teplovzdušné větrání a vytápění - do místnosti či celého objektu se přivádí minimálně množství čerstvého vzduchu dané doporučenou intenzitou výměny vzduchu  $I$  ( $\text{m}^3/\text{hod}$ ).

Teplota přiváděného vzduchu  $t_p$  je o tolik vyšší, aby bylo zajištěno také krytí tepelných ztrát (čím menší bude hodnota potřebné energie  $\text{kWh}/\text{m}^2.\text{rok}$ , tím bude menší potřebný teplotní rozdíl). [1]

Zařízení pro teplovzdušné větrání a vytápění jsou dnes už kompaktní jednotky standardizovaných rozměrů, jejichž instalace nevyžaduje žádné speciální prostory a také potrubní rozvody vzduchu nevyžadují žádné rozměrné technické kanály a je možné je vést běžnými stavebními konstrukcemi. [1]

## 2.3 Rešerše analyzující problematiku klimatizace provozů ČOV

Rozšíření ČOV a ČKV Jih

SO 303.3 – Čerpací stanice I. stávající retenční nádrže

Návrh a funkce zařízení

Zadání návrhu větrání ČS 1 tak, aby nedocházelo k přehřátí prostorů a zároveň v zimním období v tomto prostoru zajistit temperování.[ 3 ]

Hlavní body koncepce vzduchotechniky

1. Vzduchotechnické zařízení pro větrání čerpací stanice
2. Opatření proti hluku
  - vzduchotechnické zařízení nesmí zvyšovat hladinu hluku ve venkovním prostor
  - standardní protihluková opatření, např. potrubní tlumiče hluku, volba vhodného typu vzduchotechnického zařízení
  -
3. Teplota vzduchu za ohřivačem
  - ČS1 – min. +5°C
  - TKSS – min. +5°C, v době extrémních zimních teplot, pokud teplota přírodního vzduchu po ohřevu je <+3°C - větrání vypínáno

Popis funkce a provozu zařízení

Do prostoru ČS1 přiváděn venkovní vzduch, který je nasáván přes žaluzii na fasádě objektu. Potrubím je vzduch doveden do spodní části čerpací stanice, kde je umístěn ventilátor a elektrický ohřivač vzduchu. Vzduch je distribuován vyústkou. Ze spodní části proudí vzduch schodištěm do horního podlaží, kde je pod stropem instalován odtahový ventilátor.

Vzduch je nasáván vyústkami a ventilátorem vyfukován přes žaluzii ven. Vzduchotechnické zařízení provětrává prostor a udržuje min. teplotu +5°C za určitých podmínek a režimu (viz. další text). [ 3 ]



## Ohřev vzduchu pro větrání

- v zimním období možné vzduch ohřívat elektrickým ohřivačem
- V případě potřeby možné pomocí pohonu nastavit, resp. uzavřít klapku sání venkovního vzduchu, tak aby vzduch uvnitř čerpací stanice pouze cirkuloval. Odtahový ventilátor v případě cirkulace uzavřen.

## Provoz zařízení

- Souběžný provoz přívodního a odtahového ventilátoru
- V případě cirkulace sepnutí pouze přívodního ventilátoru
- spínání ventilátorů na základě nastaveného algoritmu větrání v SW-ŘS

## SO 303.8 – Čerpací stanice II. stávající retenční nádrže

První část TZ tvoří zadání návrhu větrání ČS 2 tak, aby nedocházelo k přehřátí prostorů a zároveň v zimním období v tomto prostoru zajistit temperování. [3 ]

## Hlavní body koncepce vzduchotechniky

1. Vzduchotechnické zařízení pro větrání čerpací stanice
2. Opatření proti hluku
  - vzduchotechnické zařízení nesmí zvyšovat hladinu hluku ve venkovním prostor
  - standardní protihluková opatření, např. potrubní tlumiče hluku, volba vhodného typu vzduchotechnického zařízení
  -
3. Teplota vzduchu za ohřivačem
  - ČS2 – min. +10°C

## Popis funkce a provozu zařízení

Do prostoru ČS2 přiváděn venkovní vzduch, který je nasáván přes žaluzii na fasádě objektu. Potrubím je vzduch doveden do spodní části čerpací stanice, kde je umístěn ventilátor a elektrický ohřivač vzduchu. Vzduch je distribuován vyústkou. Ze spodní části proudí vzduch schodištěm do horního podlaží, kde je pod stropem instalován odtahový ventilátor. [ 3 ]

Vzduch je nasáván vyústkami a ventilátorem vyfukován přes žaluzii ven. Vzduchotechnické zařízení provětrává prostor a udržuje min. teplotu +10°C za určitých podmínek a režimu. [ 3 ]

#### Ohřev vzduchu pro větrání

- v zimním období možné vzduch ohřívat elektrickým ohřivačem
- V případě potřeby možné pomocí pohonu nastavit, resp. uzavřít klapku sání venkovního vzduchu, tak aby vzduch uvnitř čerpací stanice pouze cirkuloval. Odtahový ventilátor v případě cirkulace uzavřen.

#### Provoz zařízení

- Souběžný provoz přívodního a odtahového ventilátoru
- V případě cirkulace sepnutí pouze přívodního ventilátoru
- Spínání ventilátorů na základě nastaveného algoritmu větrání v SW-ŘS

Instalovaná Vzduchotechnická zařízení na Čerpací stanici I. a II. Jsou prakticky stejná, liší se pouze požadavkem na udržování minimální teploty prostředí. [ 3 ]

Obě Čerpací stanice jsou značně zahloubeny pod úroveň terénu a obvodové stěny jsou dostatečně izolovány. Tyto skutečnosti určuje také požadavek na elektrické ohřívání vzduchu a jeho cirkulaci. [ 3 ]

#### SO 304 – Armaturní komora a analyzátorovna

##### Popis funkce a provozu zařízení

Větrání prostoru armaturní komory a analyzátorovny navrženo a realizováno jako teplovzdušné přerušované rovnotlaké v době větrání s min. 2 násobnou výměnu vzduchu a pro temperování prostoru na teplotu min. + 5°C. [ 3 ]

1. pro přívod vzduchu je v místnosti armaturní komory v přízemí instalována přívodní větrací jednotka umístěná pod stropem místnosti 1.NP o celkovém vzduchovém výkonu  $Q_c = 1\ 100\ \text{m}^3/\text{h}$
2. Přívodní větrací jednotka složena z jednotlivých komponentů
  - Filtrační kapsový box G4
  - Přívodní ventilátor

- Integrovaný elektrický ohřívač
- Integrovaný elektrický ohřívač vzduchu v zimním období přívodní
- větrací vzduch ohřívá na min. teplotu +5 °C

#### Intenzifikace ČOV obce Šestajovice

##### Zař.č.4 Větrání prostorů strojovny zahuštění kalu.

##### Popis funkce a provozu zařízení

Vzduchotechnické zařízení bude zajišťovat trojnásobnou výměnu vzduchu v prostorách strojovny zahuštění kalu. Potřebu větrání vyžadují hygienické požadavky na prostředí ČOV a ochrana obvodového pláště proti působení vlhkosti hlavně v zimním období. Vnitřní objem celého prostoru je okolo 75 m<sup>3</sup>. Sestava větrací jednotky bude do prostoru přivádět 250 m<sup>3</sup>/h vzduchu v zimě ohřátého pomocí elektrického ohřívače, který je součástí jednotky. Přiváděný ohřátý vzduch bude v zimě ohříván na +5°C. [ 3 ]

Přívodní jednotka a rozvodné potrubí budou umístěny u stěny proti vstupním vratům. Zařízení pro přívod vzduchu bude zavěšeno pod stropem haly. Část potrubí mezi sáním a jednotkou bude tepelně izolována. [ 3 ]

Použitý vzduch bude odváděn pomocí nástěnného axiálního ventilátoru umístěného pod stropem v protější stěně. Díly přívodní jednotky a ventilátoru budou vyrobeny z pozinkovaného plechu a vlastní rozvody v hale ČOV budou vyrobeny z plastických hmot. Součástí dodávky jednotky bude i automatická regulace. [ 3 ]

Vzduchotechnické zařízení bude trvale v chodu. Jeho chod je zvláště nezbytný po dobu pobytu osob uvnitř a po celé zimní období. [ 3 ]

##### Zař.č.1 Větrání prostorů kalového hospodářství

Vzduchotechnické zařízení bude zajišťovat trojnásobnou výměnu vzduchu v prostorách vlastního prostoru kalového hospodářství a v sousedním prostoru s válcovou nádrží. [ 3 ]

Potřebu větrání vyžadují hygienické požadavky na prostředí ČOV a ochrana obvodového pláště proti působení vlhkosti hlavně v zimním období. [ 3 ]

Vnitřní objem celého prostoru je okolo 177 m<sup>3</sup>. Sestava větrací jednotky bude do prostoru přivádět 550 m<sup>3</sup>/h vzduchu v zimě ohřátého pomocí elektrického ohřivače. Přiváděný ohřátý vzduch bude v zimě ohříván na +5°C.

Přívodní jednotka a rozvodné potrubí, umístěné u stěny se vstupními vraty, bude zavěšeno pod stropem haly. Část potrubí mezi sáním a jednotkou bude tepelně izolována. Použitý vzduch bude odváděn pomocí nástěnného axiálního ventilátoru umístěného pod stropem přístavku s nádrží. [ 3 ]

Díly přívodní jednotky a ventilátoru budou vyrobeny z pozinkovaného plechu a vlastní rozvody v hale ČOV budou vyrobeny z plastických hmot. Součástí dodávky jednotky bude i automatická regulace. Jeho chod je zvláště nezbytný po dobu pobytu osob uvnitř a po celé zimní období. [ 3 ]

## SO22 Povodňové čerpací stanice – ÚČOV Praha

### Popis funkce a provozu zařízení

Z hlediska větrání objektu budou navrženy nízkotlaké vzduchotechnické systémy většinou s konstantním průtokem vzduchu na centrálních větracích jednotkách, jehož množství se bude dle využívání prostor měnit. [ 2 ]

Z hlediska množství přiváděného a odváděného vzduchu budou v zásadě používány systémy s konstantním množstvím přiváděného vzduchu v době jejich využívání (s možností přerušování dodávky přiváděného vzduchu v době, kdy daný systém nebude využíván).

Obecně se předpokládá, že veškeré prostory budou nuceně větrány tak, aby se v maximální možné míře zabránilo šíření pachů a škodlivin po objektu. [ 2 ]

Jednotka vhání vzduch do systému o teplotě +10 °C a v zimním období. VZT jednotka bude přivádět 100 % čerstvého vzduchu. Zároveň však tento vzduch ohřívá vzduch venkovní. Předpokládáme, že bodem zvratu bude venkovní teplota +10 °C, kdy bude nutno směs vzduchu ohřívát. To znamená, že od minimální výpočtové zimní teploty -15 °C se bude ventil ohřivače lineárně uzavírat a při teplotě +10 °C bude uzavřen. [ 2 ]

Do této venkovní teploty bude v budově zajištěna minimálně požadovaná 1násobná výměna vzduchu, což odpovídá cca 4300 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> vzduchu, z čehož bude 100 % vzduchu čerstvého venkovního vzduchu. [ 2 ]

Jako ochrana proti zamrznutí deskového rekuperátoru je navržen elektrický ohřívač, který umístěn před rekuperátorem. Elektrický ohřívač bude ohřívat vzduch od -15 °C na 5,9 °C, aby uvnitř deskového rekuperátoru byla teplota nad 0 °C. (Vzduch bude vždycky předeříván elektrickým ohřívačem, když teplota venkovního vzduchu je pod 5,9 °C). Po rekuperaci vzduch bude ohřát vodním výměníkem na požadovanou teplotu. [ 2 ]

Protimrazová ochrana vodního výměníku sestává ze snímání teploty vratné vody z výměníku, druhý stupeň protimrazové ochrany je zabezpečen snímáním teploty vzduchu za výměníkem, v přívodním vzduchu. Velikost otevření směšovacího ventilu je závislé na hodnotách teploty venkovní a teploty vody na zpátečce vodního výměníku. [ 2 ]

Pokud se teploty vrátí nad mezní parametry (nastavitelné hodnoty: venkovní teplota klesne pod 10 °C, teplota vody na zpátečce vodního výměníku pod 15 °C), protimrazová ochrana se přestane uplatňovat. Pokud pokles teploty stále trvá a teplota vody klesne pod 6 °C (nastavitelná hodnota výrobcem) okamžitě budou provedeny opatření.

Při aktivaci protimrazové ochrany nadřazený řídicí systém zajistí okamžité vypnutí ventilátorů, uzavření vstupní klapky a otevření regulačního ventilu na přívodu topné vody a tím prohřátí výměníku. [ 2 ]

## SO25 Dmychárna – ÚČOV Praha

### Popis funkce a provozu zařízení

Dle požadavku odběratele je nutno zajistit v prostoru dmychárny minimálně 1násobnou výměnu vzduchu a dále je nutné zajistit z prostoru odvod všech tepelných zisků a zajistit v prostoru teplotu v rozmezí + 10 ÷ + 40 °C. [ 2 ]

Venkovní teplota je pod 15 °C (plný provoz technologie)

Jednotka vhání vzduch do systému o teplotě +15 °C v zimním období. Množství čerstvého vzduchu bude nastaveno tak, aby teplota přiváděného vzduchu byla minimálně 15 °C (to bude záviset na teplotě v hale). Ale minimální množství čerstvého vzduchu bude nastaveno tak, aby byla zajištěna 1násobná výměna vzduchu (4500 m<sup>3</sup>/h). [ 2 ]

Po klapkové komoře vzduch bude dopravován do haly. Ventily na ohřívači budou zavřeny. Dle teploty v hale a provozních podmínek technologických zařízení bude možné systém větracích zařízení spouštět kaskádovitě po jednotlivých větracích jednotkách. [ 2 ]

Venkovní teplota je nad 15 °C (plný provoz technologie)

V tomto případě bude 100 % přiváděného venkovního vzduchu. Teplota přiváděného vzduchu bude odpovídat teplotě venkovního vzduchu. Ventily na ohřivači budou zavřeny. Dle teploty v hale a provozních podmínek technologických zařízení bude možné systém větracích zařízení spouštět kaskádovitě po jednotlivých větracích jednotkách. [ 2 ]

Režim temperace objektu (odstavení technologie)

Bude jenom jedna VZT jednotka v provozu. V tomto případě jednotka bude 100 % přiváděného cirkulačního vzduchu. Teplota přiváděného vzduchu bude odpovídat teplotě vzduchu v prostoru. Dle teploty v hale a provozních podmínek technologických zařízení bude možné systém větracích zařízení spouštět kaskádovitě po jednotlivých větracích jednotkách. [ 2 ]

Vodní ohřivač bude ohřívat vzduch na +15 °C. Jestli teplota vzduchu bude nad +15°C, ohřivač bude vypnout. Protimrazová ochrana vodního výměníku sestává ze snímání teploty vratné vody z výměníku, druhý stupeň protimrazové ochrany je zabezpečen snímáním teploty vzduchu za výměníkem v přívodním vzduchu. Velikost otevření směšovacího ventilu je závislé na hodnotách teploty venkovní a teploty vody na zpátečce vodního výměníku. [ 2 ]

Pokud se teploty vrátí nad mezní parametry (nastavitelné hodnoty dle výrobce: venkovní teplota klesne pod 10 °C, teplota vody na zpátečce vodního výměníku pod 15 °C), protimrazová ochrana se přestane uplatňovat. [ 2 ]

Pokud pokles teploty stále trvá a teplota vody klesne pod 6 °C (nastavitelná hodnota výrobcem) okamžitě budou provedeny opatření. Při aktivaci protimrazové ochrany nadřazený řídicí systém zajistí okamžité vypnutí ventilátorů, uzavření vstupní klapky a otevření regulačního ventilu na přívodu topné vody a tím prohřátí výměníku. [ 2 ]

SO24 Provozní objekt – ÚČOV Praha

Popis funkce a provozu zařízení

Dle požadavku zadavatele musí být při provozním větrání prostoru zajištěna zpětná následná výměna vzduchu v prostoru haly. Zároveň je nutno v prostoru haly dodržovat teplotu minimálně 10 °C. [ 2 ]

Větrací jednotka bude umístěna v technickém prostoru vedle zasedacích místností ve 2.NP. Nasávání vzduchu bude provedeno pomocí protidešťové žaluzie na fasádě objektu.

[ 2 ]

Doprava vzduchu na přívodu a odvodu vzduchu bude zajišťována pomocí standardního potrubí z ocelového pozinkovaného plechu. Přívod vzduchu bude proveden pomocí vyústek, které budou osazeny přímo do přívodního potrubí, které bude vedeno ve pod stropem ve výšce cca 8 m nad podlahou a podél stěn haly mimo pojezd jeřábu. [ 2 ]

Odvod vzduchu z haly bude opět proveden pomocí vyústek, osazených přímo do odsávacího potrubí u stropu haly. [ 2 ]

Pro větrání prostoru, v kterém je umístěna VZT jednotka, bude umístěna protidešťová žaluzie a uzavírací klapka pro výfuk vzduchu z prostoru, která bude otevřena při chodu vzduchotechnické jednotky. Přívod vzduchu bude zajištěn VZT jednotkou přes vyústku, před kterou bude umístěna regulační klapka. [ 2 ]

Stav, kdy je nutno přiváděný vzduch ohřívat

Jednotka vhání vzduch do systému o teplotě +10 °C a v zimním období. VZT jednotka bude přivádět 100 % čerstvého vzduchu s možností navýšení průtoku vzduchu pomocí cirkulací. To znamená, že 80 % vzduchu je čerstvého a 20 % cirkulačního. Zároveň však tento vzduch ohřívá vzduch venkovní. [ 2 ]

Předpokládáme, že bodem zvratu bude venkovní teplota +1 °C, kdy bude nutno směr vzduchu ohřívat. To znamená, že od minimální výpočtové zimní teploty -15 °C se bude ventil ohříváče lineárně uzavírat a při teplotě +1 °C bude uzavřen. [ 2 ]

Do této venkovní teploty bude v budově zajištěna minimálně požadovaná 2násobná výměna vzduchu, což odpovídá cca 7200 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> vzduchu, z čehož bude 100 % vzduchu čerstvého venkovního s možností navýšení průtoku vzduchu o 20 %.

Jako ochrana proti zamrznutí deskového rekuperátoru je navržen elektrický ohříváč, který umístěn před rekuperátorem. Elektrický ohříváč bude ohřívat vzduch z -15 °C na -3 °C, aby uvnitř deskového rekuperátoru byla teplota nad 0 °C. Po rekuperaci vzduch bude ohřát vodním výměníkem na požadovanou teplotu. [ 2 ]

Protimrazová ochrana vodního výměníku sestává ze snímání teploty vratné vody z výměníku, druhý stupeň protimrazové ochrany je zabezpečen snímáním teploty vzduchu za výměníkem, v přívodním vzduchu. [ 2 ]

Při aktivaci protimrazové ochrany nadřazený řídicí systém zajistí okamžité vypnutí ventilátorů, uzavření vstupní klapky a otevření regulačního ventilu na přívodu topné vody a tím prohřátí výměníku. [ 2 ]

Období, kdy venkovní teplota je v rozmezí +1 °C a 10 °C

Tento stav je omezen přibližně venkovními teplotami 1 °C a 10 °C, V tomto teplotním rozmezí probíhá ekonomické směřování čerstvého venkovního a cirkulačního vzduchu a využití rekuperace na jednotce. [ 2 ]

Pomocí klapek je volen směšovací poměr takový, aby teplota vzduchu za jednotkou byla +10°C. Proto se předpokládá, že od teploty 1 °C se lineárně bude zvyšovat procento čerstvého vzduchu, kdy cca při venkovní teplotě +10 °C bude jeho množství 100%. Ventily na ohřivači budou zavřeny. [ 2 ]

Období, kdy venkovní teplota je nad 31 °C

V tomto případě je množství venkovního vzduchu konstantní a odpovídá 100 % celkového dopravovaného vzduchu s tím, že celkový průtok čerstvého vzduchu bude zvyšovat o 20 % na 9000 m<sup>3</sup>/h. [ 2 ]

Množství celkového přiváděného vzduchu se nadále zvyšuje až na 100 % výkonu při venkovní teplotě +32 °C a jasného počasí při 100% obsazení budovy. [ 2 ]

Závěr rešerše analyzující problematiku klimatizace provozů ČOV

Je zřejmé, že se význam teplovzdušného větrání a vytápění stále zvyšuje. Mezi výhody a přednosti tohoto typu větrání a vytápění patří:

1. Naprostá kontrola kvality vzduchu v místnosti a zajištění splnění hygienických požadavků[ 1 ]
2. Využitím teplovzdušného větrání je možné infiltraci nejen zcela nahradit, ale znehodnoceným odváděným vzduchem, který jinak zůstává nevyužitý, můžeme předeřívat venkovní přiváděný vzduch. Jedná se o rekuperaci. V současnosti jsou na trhu k dispozici rekuperátory, jejichž roční průměrná účinnost se v provozních podmínkách blíží 70 %. V tom případě odpadne ohřev přiváděného vzduchu [ 1 ]



### **3. Teoretická východiska**

#### **3.1 Provozní a tepelně technické vlastnosti objektu**

Předpokládané provozní doby

Pro dimenzování celkových potřeb energií a hlukové zátěže okolí budovy je předpokládána nepřetržitá provozní doba.

Požadavky na teplotní podmínky jednotlivých prostor [ 2 ]

Místnost	Teplota [°C]
Provozní hala	10
WC	20
Sklady	10
Rozvodny NN	N

##### **3.1.1 Tepelně technické vlastnosti objektu**

Nový objekt je navržen jako železobetonová prefabrikovaná hala na rozpětí 18m s přístavbou druhé lodě mezi osami 1-2 s modulem 8m na rozpětí 15m. Půdorys objektu ve tvaru L má vnější rozměry 45,5x19m a křídlo 15,7x8,8m. Světlá výška pod vazník je 10,30 (11,1m). V objektu jsou navrženy 2 dilatační spáry. Připojené křídlo je oddilované z konstrukčních důvodů v horní stavbě. Druhá dilatace je v hale v místě, kde je výškový skok základové desky z důvodu zachování spodní části konstrukce žlabů stávajícího lapáku šterku a odtokové komory.

Nadzemní konstrukce haly je navržena ze sloupů 700x500mm a vazníků na rozpětí 18m (v křídle na 15m) s modulovými osami 2x8,0m, 7,85m, 3x6,8m. Mezi sloupy bude vyzděno zdivo z keramických tvárníc v tl.300mm a po výšce ztuženo trámky. Sloupy budou založeny na základové desce tl.800mm. Nad stávající konstrukcí žlabů bude tvořit základová deska tl.500mm zastropení a bude propojena se svislými stěnami, které budou odbourány a znovu vybetonovány ve spodní části sanovány (řešeno v konstrukční části). Stáčecí místo pro fekální vůz bude v krajní části haly s křídlem a prostor bude průjezdný z obou stran. Bude zde nová jímka fekálií půdorysného rozměru 4x4m hl.2,4m. Jímka bude zakryta ocelovou mříží, která se bude vyklápět do strany pomocí navijáku. Za jímkou budou osazena dvoukřídlá vrata na šířku 6000mm výšky 3000m pro zamezení rozstříku při vyprazdňování fekálních vozů.

Stávající stavidla na přítoku vč. kompletní konstrukce jeřábové dráhy s drapákem šterku bude uvnitř objektu.

Stavidla budou nově osazena do nové stropní konstrukce nad žlaby, nosná železobetonová konstrukce jeřábové dráhy bude navržena na větší rozpětí a vyšší úroveň pojezdu nového drapáku. Uvnitř objektu bude i nově vybudovaná sběrná jímka hrubých nečistot z LŠ, půdorysný rozměr 10,4x5,8m hl.3,6m. Kontejner pro odvoz hrubých nečistot z LŠ bude vjíždět do nového objektu ze stejné strany, jako nyní, v místě stání kontejneru bude v podlaze umístěna tenzometrická váha.

Vjezd do objektu je umožněn 2 rolovacími vraty 6x7,7m a 3 rolovacími vraty 5x5,6m, dále samostatnými dveřmi 900/1970mm - 1ks do prostoru stání fekálních vozů, 1ks do místnosti obsluhy a 1ks do rozvodny.

Uvnitř objektu jsou navrženy podél severozápadní stěny dvě samostatné vestavby. V jedné z nich jsou tři oddělené místnosti (denní místnost, hygienické zázemí, technická místnost) a ve druhé vestavbě je navržena rozvodna. Stěny jsou vyžděny v tl.400mm, stropní konstrukce je navržena jako monolitická železobetonová deska tl.200mm se zateplením v tl.50mm a ochrannou betonovou mazaninou tl. 50mm; světlá výška prostoru je 3,6m.

Objekt bude prosvětlen okenními otvory výšky 2,5m s výplní dvojrstvým profilovaným sklem (nová varianta kopilitových výplní), výška parapetu 6,0m a 5,2m nad podlahou. Místnost obsluhy bude osvětlena vnějším oknem 1500x1000mm a vnitřní okna budou sloužit pro kontrolu provozu v hale. Střešní plášť je navržena jako jednoplášťový vegetační, nosná konstrukce bude ze střešních panelů uložených v sedlovém spádu 5%. Ve skladbě střešního pláště bude tepelná izolace tl. 200 mm.

Objekt bude opatřen ve fasádním plášti tepelnou izolací tl.150mm. Pro zachování architektonického řešení budou použity cihelné pásy kombinované se světlou omítkovinou.

Pro výpočet tepelných ztrát odpovídající tomuto projektovému stupni bylo uvažováno s následujícími hodnotami vyhovujícími hodnotám doporučeným normou ČSN 730540-2:

### **Prosklené plochy vč. rámu (otevíratelné či neotevíratelné)**

součinitel prostupu tepla  $U = 1,10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

#### *Svislé stavební konstrukce neprosklené – obvodová stěna*

➤ součinitel prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$   
➤ součinitel pohltivosti slunečního záření  $\Psi = 0,6$

#### Střešní horizontální konstrukce

součinitel prostupu tepla  $U = 0,20 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$   
součinitel pohltivosti slunečního záření  $\Psi = 0,6$

Podlaha haly

součinitel prostupu tepla

$$U = 1,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$$

Dveřní otvory

součinitel prostupu tepla

$$U = 1,70 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$$

Vrata

součinitel prostupu tepla

$$U = 2,50 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$$

### 3.1.2 Základní předpoklady návrhu větrání, vytápění a chlazení

Mezi základní předpoklady v části větrání, vytápění a chlazení patří:

4. Zajištění bezpečného vnitřního prostředí pro pracovníky a zaměstnance, kteří se v daném objektu budou nacházet.
5. Zajištění spolehlivého chodu všech objektových provozů a technologií
6. Respektování stavebně technického řešení.
7. Navržení optimálního řešení z hlediska provozních a investičních nákladů.
8. Dosažení všech požadavků z hlediska právních a závazných normových hodnot

## 3.2 Výpočtové údaje a dimenzování zařízení

Vnější výpočtové údaje jsou předpokládány následující:

1. zeměpisná šířka 50°05' s.š.
2. nadmořská výška 180 m. n.m.
3. maximální tlak vzduchu 98 kPa

### 3.2.1 Základní výpočtové údaje

Teploty a relativní parametry pro návrh klimatizačních a větracích zařízení:

Parametry	Chladné období	Teplé období
Teplota suchého teploměru	-15 °C	+32 °C
Teplota vlhkého teploměru	-15 °C	+22 °C
Entalpie vzduchu	-13 kJ kg <sub>s.v.</sub> <sup>-1</sup>	+65 kJ kg <sup>-1</sup>
Relativní vlhkost vzduchu	97 %	42 %
Absolutní vlhkost vzduchu	1 g kg <sub>s.v.</sub> <sup>-1</sup>	12,8 g kg <sup>-1</sup>

Maximální vnitřní tepelné zátěže chlazených prostor

Pro orientační dimenzování klimatizačních zařízení, jsou uvažovány následující tepelné zátěže:

Prostor	Osoby	Osvětlení	Technologie
Maximální tepelná zátěž			
Nízkonapěťová rozvodna	70 W/ místnost	5 Wm <sup>-2</sup>	2 6 kW
Místnost obsluhy	2 osoby á 130W	10 Wm <sup>-2</sup>	2 0,5 kW

Požadavky na mikroklimatické podmínky jednotlivých prostor

Níže jsou uvedeny předpokládané mikroklimatické podmínky u místností s nuceným větráním:

Tabulka č. 1

Místnost	Chladné období		Teplé období	
	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]
Hala kontejnerů a drapáku	min 10 (UT)	N	N	N
Rozvodna NN	min 10 (UT)	max 60	max 22	max 60
Místnost obsluhy	min 20 (UT)	N	max 26	N
Sociální zázemí	min 20 (UT)	N	N	N

Poznámka:

Písmeno N v tabulce znamená, že tato hodnota není sledována (garantována), nicméně tato hodnota nesmí ohrozit zde instalované technologie.

### **Dimenzování zařízení z hlediska výměny vzduchu**

Na základě platné legislativy a s přihlédnutím na předpokládaný způsob využití daných prostor v určitém stupni dosaženého standardu je možno stanovit dle jednotlivých prostor průtoky čerstvého venkovního vzduchu následovně:

Tabulka č.2

Místnost	Průtočné množství	Výměna vzduchu
Hala kontejnerů a drapáku	–	provozní 3 x h-1 havarijní 5 x h-1
Rozvodna NN	–	1 x h-1
Místnost obsluhy	50 m <sup>3</sup> h-1/ osoba	–

Obdobně lze na základě české legislativy a obecných zvyklostí stanovit minimální množství odsávaného vzduchu z prostor se vznikem škodlivin (pachů).

Sociální zázemí:

– umývárny 30 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>/ umývadlo

– WC /mísa 50 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>/ mísa

Odsávání výfukových plynů min. 680 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>/1 výfuk

Filtrace vzduchu

Z hlediska čistoty vnitřního prostředí i z hlediska čistoty přiváděného vzduchu nejsou ze strany investora požadavky, které převyšují kvalitu vzduchu ve venkovním prostředí. Proto veškerá filtrace vzduchu bude směřovat k ochraně výměníků tepla ve vzduchových cestách. Z tohoto důvodu je použito základní filtrace M5 jako koncové čistoty přiváděného vzduchu do objektu.

S ohledem na provoz zařízení vzduchotechniky a jeho ekonomický provoz budou přednostně používány kapsové filtry s vysokou jímavostí prachu.

## Maximální hodnoty hladin hluku

Aby se na maximální možnou míru eliminovaly nepříznivé vlivy hluku a vibrací vznikající provozem vzduchotechniky a klimatizace, budou přijata opatření (vč. použití odpovídajících prvků)

snižující hluk do vnitřního i vnějšího prostředí od provozu vzduchotechnických a klimatizačních zařízení na požadované hodnoty:

Tabulka č.3

Prostor	Maximální hladina akustického tlaku v místě pohybu osob [dB(A)]
Hala lapáků štěrku	85
Denní místnost	45
Rozvodna NN	70

## Tepelná bilance

Údaje o potřebě tepla pro vytápění byly získány výpočtem tepelných ztrát pláště dle normy ČSN EN 12 831 „Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu“ a ČSN EN ISO 13 790 „Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení“.

Tepelná ztráta objektu prostupem 36,5 kW

Tepelná ztráta objektu neřízenou infiltrací vzduchu ( $i = 1,0 \times h^{-1}$ ) 92,5 kW

Přisávání venkovního vzduchu  
(deficit vzniklý podtlakem v hale lapáku štěrku) 17 kW

Tepelná ztráta celkem  $Q_{VYT} = 146 \text{ kW}$

Potřeba tepla pro ohřev větracího vzduchu  $Q_{VZT} = 110 \text{ kW}$

Potřeba tepla pro přípravu TV  $Q_{TV} = 200 \text{ kW}$

$$Q_{PŘÍP} = 1 \times Q_{VYT} + 1 \times Q_{VZT} + 1 \times Q_{TV}$$

$$Q_{PŘÍP} = 1 \times 146 + 1 \times 110 + 1 \times 200$$

$$Q_{PŘÍP} = 456 \text{ kW}$$

**Přípojná hodnota zdroje dle ČSN 060310. .... 456 kW**

Roční bilance potřeby tepelné energie:

Roční potřeba tepla pro vytápění	200 MWh/rok tj.	720 GJ/rok
Roční potřeba tepla pro VZT	187 MWh/rok tj.	673 GJ/rok
Roční potřeba tepla pro přípravu TV	580 MWh/rok tj.	2088 GJ/rok
Celková roční potřeba tepla	967 MWh/rok tj. 3	3481 GJ/rok

### 3.2.2 Zdroj tepla

Zdrojem tepla bude areálová kotelna, která není řešena v tomto návrhu. Rozvod k jednotlivým objektům bude zajišťovat areálový rozvod, který není řešen v tomto návrhu. Napojovací bod přípojky z centrálního rozvodu. Teplotní spád v místě připojení se předpokládá 72/60 °C, minimální dispoziční tlak v místě připojení se předpokládá 10 kPa.

Připojení se předpokládá bez vlastního deskového výměníku (tlakově závislé připojení).

Topný systém

Páteří rozvod tepla bude přiveden na hranu objektu dle možnosti centrálního rozvodu. Napojení bude zakončeno vyvažovacím ventilem a uzavíracím klapkou. Od místa napojení bude topná voda přivedena do místa, kde bude umístěn rozdělovač a sběrač tepla (uvažován prostor mezi vestavbami haly). Systém vytápění bude v rozdělovači rozdělen na potřebný počet topných okruhů dle schématu.

Pro maximálně ekonomický provoz budou navržena čerpadla s frekvenčním měničem, která zajišťují potřebné množství vody v závislosti na požadavku koncových prvků. Na rozdělovači a sběrači budou dále osazeny uzavírací, zpětné, vyvažovací armatury a filtry pro správnou funkci celého systému.

Rozdělovač a sběrač tepla bude mít následující okruhy:

1. okruh pro teplovzdušné cirkulační vytápěcí jednotky v hale voda (65/53°C)
2. okruh pro napojení VZT jednotek voda (72/60°C)

- |  |                |
|--|----------------|
| 3. okruh pro přípravu TV               | voda (72/60°C) |
| 4. okruh pro stacionární otopné plochy | voda (65/53°C) |

Rozvody topné vody budou provedeny pomocí ocelových trubek z černé oceli s kvalitním nátěrem a příslušnou tepelnou izolací. Alternativně bude v případě menších dimenzí použito potrubí z plastu. Potrubí bude izolováno proti ztrátám tepla izolací na bázi minerálních vláken s hliníkovou fólií.

Tloušťka izolace pro jednotlivé světlosti potrubí bude harmonizovaná s vyhláškou 193/2007 sb., plastová potrubí vedená v podlaze a v drážce ve stěně budou izolována tepelnou izolací na bázi polypropylenu. Izolována budou veškeré rozvody topné vody včetně čerpadel a armatur.



### 3 Materiály a metody

#### 3.1 Popis objektu

Popis stavebního řešení ve vazbě na vzduchotechniku, vytápění a chlazení

Nový objekt bude tvořit železobetonová prefabrikovaná montovaná konstrukce ze sloupů a vazníků. Mezi sloupy se bude vyžděno zdivo z keramických tvárnic. Sloupy budou založeny na pilotách s hloubkou cca 10 m. Stáček místo pro fekální vůz bude zastřešen a bude průjezdný z obou stran. Dále v tomto místě vznikne odpadní jímka 6x5m. Stávající stavidla na přítoku vč. kompletní konstrukce (dráha) drapáku šterku bude také zastřešena. Kontejner bude vjíždět do nového objektu ze stejné strany, jako nyní. Vjezd do objektu je navržen pomocí 4 garážových vrat o rozměrech 6 m x 7 m, vstup pak dveřmi ze severu a západu. Objekt bude prosvětlen okny ve výšce cca 5 m nad podlahou. Objekt je jednopodlažní s vnitřními vestavbami.

Hlavní objekt je tvořen následujícími prostory:

1. haly kontejnerů
2. haly lapáků šterku a stáčení fekálií
3. haly stání fekálních vozů

Dále v prostoru haly kontejnerů jsou umístěny následující vestavby:

1. místnost obsluhy
2. sociální zázemí pro obsluhu
3. rozvodna NN

Celková plocha objektu je 829 m<sup>2</sup>, světlá výška haly pro stanovení objemu haly je 9m.

### 3.1.1 Popis systému techniky prostředí

#### Obecný popis systémů techniky prostředí

Obecné předpoklady řešení mikroklimatu, které jsou založeny nejen na dosažení optimálních teplotních a vlhkostních parametrů, ale i na maximálně úsporný provoz z hlediska nákladů na energie.

Proto se předpokládá, že ve většině klimatizovaných místností bude mikroklima zajišťováno několikastupňově.

Provedení nuceně větraných a chlazených prostor:

1. Větrání bude řešeno pomocí centrálních vzduchotechnických systémů. V případě garantování teplotních a vlhkostních parametrů vnitřního prostředí v letním období, bude větrání, odvlhčení a chlazení provedeno decentrálním klimatizačním systémem.
2. Eliminace tepelných zisků a ztrát bez garance maximální relativní vlhkosti bude provedena pomocí stacionárních těles event. v kombinaci s lokálními chladicími systémy split.

Provedení ostatních prostor:

1. Eliminace tepelných ztrát prostorů bude provedena pomocí stacionárních otopných ploch nebo cirkulačních větracích zařízení.
2. Výměna vzduchu bude provedena podle legislativních či normových hodnot.

Z hlediska větrání objektu budou navrženy nízkotlaké vzduchotechnické systémy většinou s konstantním průtokem vzduchu na decentrálních větracích jednotkách, jehož množství bude možno dle využívání prostor měnit.

Z hlediska množství přiváděného a odváděného vzduchu budou v zásadě používány systémy s konstantním množstvím přiváděného vzduchu v době jejich využívání (s možností přerušování dodávky přiváděného vzduchu v době, kdy daný systém nebude využíván).

Obecně se předpokládá, že veškeré prostory budou nuceně větrány tak, aby se v maximální možné míře zabránilo šíření pachů a škodlivin po objektu.

Chlazení bude provedeno decentralní pomocí systému s přímým chlazením a oddělenou kondenzátorovou jednotkou. Vlhčení vzduchu v objektu se neuvažuje. Systémy techniky prostředí budou vybaveny systémy automatické regulace.

Protipožární opatření v rámci systémů techniky prostředí

Protipožární opatření pasivního rázu, budou spočívat především:

1. Při průchodu požárně dělící konstrukcí bude potrubí o průřezu větším než 0,04 m<sup>2</sup> opatřeno požární klapkou příslušné požární odolnosti. V tomto projektu se předpokládá použití požárních klapek s termickým spouštěním se signalizací polohy listu. Stejně budou vybaveny i požární stěnové uzávěry. Rozdělení objektu na jednotlivé požární úseky bude dáno projektem požární ochrany.
2. V případě, že potrubí pouze vedlejším požárním úsekem prochází, aniž by do tohoto úseku ústilo, bude tento úsek potrubí opatřen protipožární izolací příslušné odolnosti. Požární izolace příslušné požární odolnosti bude použita i v případech, pokud by požární klapku nebylo možno osadit přímo do požárního předělu z důvodů stavebních, provozních či z důvodu obsluhy; v takovém případě by byl příslušný úsek mezi požárním předělem a požární klapkou požárně izolován s požární odolností dle požadavku výrobce.
3. V případě, že potrubí prochází požárním předělem, má menší průřez než 0,04 m<sup>2</sup> a vzdálenost k dalšímu takovému potrubí je větší než 0,5 m, nejsou žádná protipožární opatření nutná. To neplatí, pokud se jedná o větrací otvory v požárně dělící konstrukci únikových cest.
4. Veškeré prostupy instalací vedené přes požární předěly budou opatřeny požárními ucpávkami.

Opatření proti šíření škodlivin a prostředky ke snižování vibrací a přenosu hluku v objektu i mimo objekt.

Z důvodu zabránění přenosu vibrací od vzduchotechnických a klimatizačních zařízení a dosažení maximálních hodnot hladin hluku jsou předpokládána následující antivibrační opatření:

1. Zařízení, která jsou zdrojem nežádoucích vibrací a otřesů budou uložena na kovových, či pryžových izolátorech chvění.

2. Potrubí budou na závěsech, od stavební konstrukce pružně odděleny, jednotky a ventilátory budou od potrubní sítě odděleny pružnými dilatačními vložkami.
3. Sokly ve strojovnách pod větracími jednotkami budou provedeny jako plovoucí.
4. V prostupech stavebních konstrukcí bude vzduchotechnické a ostatní potrubí od stavební konstrukce pružně odděleno (např. obalením pružným materiálem).

Dále pro snížení vlastní hlučnosti zařízení budou přijata následující opatření:

1. Do potrubních sítí a vzduchotechnických kanálů budou umístěny tlumiče hluku, přičemž hluk bude eliminován v místě zdroje, tzn. že tlumiče budou umístovány v těsné blízkosti ventilátorů.
2. Zařízení budou dimenzována ve středních partiích výkonových polí i pro maximální průtok.

Opatření proti šíření škodlivých látek a pachů po objektu

Pro omezení šíření pachů a event. škodlivin vznikajících při provozu budovy mezi vnitřními prostory bude maximální snaha zajistit pomocí tlakových diferencí mezi jednotlivými prostory v maximální možné míře potlačení šíření pachů či jejich škodlivin po objektu.

Proto odvod vzduchu bude převyšovat přívod vzduchu v následujících prostorech:

1. hala lapáku štěrku
2. sociální zázemí

Pro správnou funkci odsávání vzduchu z těchto prostor budou provedeny přefuky pro možnost proudění vzduchu z prostor s přebytkem přívodu čerstvého vzduchu.

Opatření proti šíření škodlivých látek a hluku mimo objekt

Z hlediska vlivu stavby na životní opatření lze toto posuzovat z následujících hledisek:

1. Dopady, působící na okolní prostředí vlivem umístění stavby v dané lokalitě a jejich působení, které je stále po dobu využívání dané stavby (např. hluk či emise některých látek).
2. Dopady, působící nahodile, vznikající především při provozních haváriích určitých provozně technologických celků.

Emise zdraví škodlivých látek lze uvažovat z těchto zdrojů:

1. Především z haly lapáku šterku.
2. V menší míře pak ze sociálního zázemí

Aby tyto pachy byly minimalizovány, jak s ohledem na některé prostory v objektu, tak s ohledem na ostatní objekty, a zvláště okolní zástavbu, budou výfuky vzduchu provedeny co nejvýše a kolmo k zemině či plochým střechám.

Vzhledem k tomu, že se v blízkosti dané budovy nacházejí rezidenční objekty, budou přijata následující opatření snižující hluk od zařízení techniky prostředí mimo objekt.

1. Bude maximální snaha o umístění větracích zařízení do prostor objektu.
2. V případě, že bude nutno větrací zařízení umístit do venkovního prostředí, budou tato zařízení opatřena akustickým opláštěním a do výfuku a sání vzduchu budou osazeny tlumiče hluku. Maximální akustický výkon na plášti větracích jednotek bude  $LWA = 70 \text{ dB(A)}$ , i na žaluziích sání a výfuku vzduchu. Toto však neplatí pro kondenzační jednotky chlazení, kde je nutno předpokládat hladinu akustického výkonu  $LWA = 90 \text{ dB(A)}$ .
3. Pro snížení hluku od těchto zařízení v noci bude možno snižovat průtok vzduchu pomocí frekvenčních měničů a EC motorů.

Z hlediska úniku škodlivých látek v případě provozních havárií je nutno uvažovat:

1. Únik chladiva při poruše chladících kompresorových jednotek. Pro omezení vlivu unikajícího chladiva budou použity chladící jednotky s náplní ekologickými chladivými mající minimální vliv na životní prostředí,

např. chladiva R410A a R32. Dále bude snaha o minimalizaci obsahu chladiva v kompresorových okruzích

2. Pro případ požáru budou přednostně navrhována zařízení buď nehořlavá, nebo obtížně hořlavá s minimálním únikem škodlivých látek při jejich hoření.

### 3.1.2 Vzduchotechnické a klimatizační systémy

#### Popis vzduchotechnických a klimatizačních systémů

Zařízení č. 1a Teplovzdušné větrání haly kontejnerů, lapáku šterků a stání fekálních vozů.

#### Dimenzování

Dle požadavku zadavatele musí být při provozním větrání prostoru zajištěna zpětná následná výměna vzduchu v prostoru haly. Zároveň je nutno v prostoru haly dodržovat teplotu minimálně 10 °C.

1. objem haly	11 000 m <sup>3</sup>
2. požadovaná minimální výměna	3 x h <sup>-1</sup>
3. množství přiváděného vzduchu min	33 000 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>
4. zajištění minimálního podtlaku	- 3 300 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>
5. množství odváděného vzduchu	36 300 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>

Rizika návrhu systému:

Dle předpokladu se v těchto provozech objevuje Sulfan (sirovodík H<sub>2</sub>S) vznikající v nedefinovaném množství, i když haly v podzemí s fekáliemi jsou zakryty. Proto bude patrně nutné poměry na základě výskytu H<sub>2</sub>S upravit při provozních zkouškách zařízení. Z toho důvodu bude i množství přiváděného vzduchu dimenzováno na 36 300 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

Z hlediska množství navrženého množství vzduchu při koncentraci H<sub>2</sub>S v odváděném vzduchu, odpovídající maximální koncentraci sulfanu dle NV 361/2007 Sb. tj. 20 mg / m<sup>3</sup>, nesmí být produkce sulfanu vyšší, než 491 gh<sup>-1</sup>. Vzhledem k tomu, že odsávání vzduchu z haly bude z nejnižších míst, bude snaha tento plyn, který bude vznikat z fekálií pod podlahou haly odsávat tak, aby se nedostal do dýchacích zón pracovníků.

## Návrh technického řešení

Větrací jednotka bude umístěna v hale v místě mimo manipulační prostor jeřábu. Přívodní část jednotky bude umístěna na ocelové konstrukce na úrovni stropu rozvodny.

Odvodní část jednotky bude umístěna na opačné straně haly propojená s přívodní částí glykolovým okruhem. Přívodní jednotka bude nasávat vzduch přiváděný do haly pomocí protidešťové žaluzie na fasádě objektu.

Odvodní jednotka bude vyfukovat vzduch do komínu. Napojení odvodního potrubí na komín bude ve sklonu.

VZT jednotka bude vybavena automatickou regulací. Součástí jednotky jsou uzavírací klapky se servopohonem s havarijní funkcí, základový rám, sifon, pružné manžety a vany pod vzduchotechnickými jednotkami pro případné zachycení nemrznoucí kapaliny z glykolového okruhu ZZT. Součástí zachytných van bude i vypouštěcí potrubí s uzavíracím kohoutem.

## Navrhované složení vzduchotechnické jednotky

### Přívod vzduchu:

1. těsná uzavírací klapka ovládaná servomotorem s havarijní funkcí
2. filtrační komora s kapsovými filtry o odlučivosti F7
3. tlumič hluku
4. glykolový okruh zpětného získávání tepla s účinností 68%
5. středotlaký ventilátor s frekvenčním měničem otáček umístěný na odpruženém rámu ve skříni vzduchotechnické jednotky
6. tlumič hluku
7. komora teplovodního ohříváče s prostorem pro umístění kapiláry protimrazové ochrany (teplotní spád - 65/53 °C)
8. prázdná komora pro umístění zařízení pro glykol

Odvod vzduchu:

1. filtrační komora s kapsovými filtry o odlučivosti M5
2. glykolový okruh zpětného získávání tepla
3. tlumič hluku
4. středotlaký ventilátor s frekvenčním měničem umístěný ve skříni vzduchotechnické jednotky
5. tlumící komora
6. těsná uzavírací klapka ovládaná servomotorem s havarijní funkcí

Jednotka na odvodu vzduchu bude odolná agresivním látkám.

Doprava vzduchu na přívodu a odvodu vzduchu bude zajištěna pomocí nekorozivního potrubí (nerezová ocel, plast), které bude opatřeno tepelnou izolací s oplechováním ve venkovním prostoru. Veškeré přívodní a odvodní zařízení bude v provedení do agresivního prostředí: ve venkovním prostředí potrubí bude vyrobeno z chemicky odolného nerez a ve vnitřním prostředí potrubí bude vyrobeno z chemicky odolného plastu. Zařízení bude zajišťovat pouze výměnu vzduchu. Teplota přiváděného vzduchu v zimním období bude 10 °C.

Přívod vzduchu bude proveden pomocí dýz, které budou osazeny do přívodního potrubí, které bude vedeno pod stropem podél stěn haly mimo pojezd jeřábu. Před dýzou bude umístěna regulační klapka pro regulaci průtoku vzduchu.

Odvod vzduchu z haly bude proveden pomocí plastových vyústek, osazených přímo do odsávacího potrubí u podlahy haly na opačné straně.

Odsávaný vzduch z haly bude veden do speciálního filtru pro likvidaci patogenních látek (UV lampy, aktivní uhlí, ionizace). Tlaková ztráta filtru je při jmenovitém průtoku 36 500 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> 500 Pa. V případě, že tento filtr bude v poruše, bude pro tento režim proveden obchod, který bude ovládan motorickými klapkami a kterým bude vzduch veden mimo tento filtr.

Výfuk vzduchu z jednotky bude do venkovního prostředí napojeno pod úhlem do výfukového komínu kolmo k rovině terénu.



Komín je dvouplášťový z kvalitního nerezového plechu a přístupný zespodu včetně izolace.

Popis některých provozních stavů centrální jednotky. Jednotka bude řízena na základě průměrné hodnoty konstantního tlaku v referenčním místě potrubí:

1. Stav, kdy je nutno přiváděný vzduch ohřívat (venkovní teplota je pod 10 °C)

Jednotka vhání vzduch do systému o teplotě +10 °C a v zimním období. VZT jednotka bude přivádět 100 % čerstvého vzduchu. Předpokládáme, že bodem zvratu bude venkovní teplota +10 °C, kdy nebude nutno směr vzduchu ohřívat. To znamená, že od minimální výpočtové zimní teploty -15 °C se bude ventil ohřívače lineárně uzavírat a při teplotě +10 °C bude uzavřen. V budově bude zajištěna minimálně požadovaná 3násobná výměna vzduchu, což odpovídá cca 36300 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> vzduchu, z čehož bude 100 % vzduchu čerstvého venkovního. Po rekuperaci vzduch bude ohřát vodním výměníkem na požadovanou teplotu. Při venkovní teplotě +10 °C není potřeba ohřívat vzduch – ventily na ohřívači budou zavřeny. Protimrazová ochrana vodního výměníku sestává ze snímání teploty vratné vody z výměníku, druhý stupeň protimrazové ochrany je zabezpečen snímáním teploty vzduchu za výměníkem v přívodním vzduchu. Velikost otevření směšovacího ventilu je závislá na hodnotách teploty venkovní a teploty vody na zpátečce vodního výměníku. Pokud se teploty vrátí nad mezní parametry (nastavitelné hodnoty dle výrobce, venkovní teplota klesne pod 10 °C, teplota vody na zpátečce vodního výměníku pod 15 °C), protimrazová ochrana se přestane uplatňovat. Pokud pokles teploty stále trvá a teplota vody klesne pod 6 °C (nastavitelná hodnota výrobcem) okamžitě budou provedeny opatření. Při aktivaci protimrazové ochrany nadřazený řídicí systém zajistí okamžité vypnutí ventilátorů, uzavření vstupní klapky a otevření regulačního ventilu na přívodu topné vody a tím prohřátí výměníku.

2. Období, kdy venkovní teplota je nad 10 °C

V tomto případě je množství venkovního vzduchu konstantní a odpovídá 100% celkového dopravovaného vzduchu. Množství celkového přiváděného vzduchu je 100 % výkonu při venkovní teplotě +32 °C za jasného počasí.

Zařízení bude vybaveno automatickou regulací, která bude zajišťovat následující funkce:

1. Ovládání uzavíracích klapek na přívodu a odvodu vzduchu do jednotky včetně signalizace polohy klapek a hlášení poruch u servopohonů.
2. Plynulou regulaci otáček ventilátorů frekvenčním měničem na základě konstantního statického tlaku v referenčním místě potrubního rozvodu.
3. Ovládání výkonu zpětného získávání tepla
4. Ovládání výkonu teplovodního ohřívače vzduchu  $t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (viz předchozí režimy provozu) a signalizace stavů čerpadel a polohy trojcestných ventilů.
5. Protimrazovou ochranu ohřívače vzduchu. (viz předchozí režimy provozu).
6. Signalizací havarijních stavů a sledování provozních stavů včetně sledování koncentrace  $\text{H}_2\text{S}$  v referenčních místech.
7. Signalizace chodu ventilátorů vč. sledování jejich momentálních výkonů.
8. Signalizace zanášení filtrů.
9. Možnost snížení průtoku vzduchu.
10. Snímání teplot v prostoru.

Zařízení č. 1b: Stropní ventilátor.

Stropní ventilátory slouží převážně v zimním a přechodném období k přivádění teplého vzduchu, nahromaděného pod stropem haly, do přízemní obytné zóny. Tím zajišťují cirkulaci vzdušiny v prostoru haly a rovnoměrnějšího teplotního rozvrstvení.

Spouštění ventilátorů podle teplotních čidel, umístěných pod stropem haly a v obytné zóně a u vstupu do haly. Při zvýšení teploty pod stropem haly o  $5^{\circ}\text{C}$  a více oproti teplotě v obytné zóně se ventilátory spustí, při teplotě o  $2^{\circ}\text{C}$  vyšší pod stropem oproti teplotě v obytné zóně se ventilátory vypnou.

Zařízení bude vybaveno v rámci MaR automatickou regulací, která zajišťuje:

1. ovládání chodu ventilátorů dle teplotních čidel
2. signalizaci chodu ventilátoru
3. signalizaci teploty v určených částech haly
4. monitorování a archivaci provozních a havarijních stavů dle požadavků provozovatele

Zařízení č. 2: Teplovzdušné větrání místnosti obsluhy a sociálního zázemí.

Dimenzování:

Dimenzování zařízení vychází z měrných čísel přívodu a odvodu vzduchu, které jsou uvedeny v kapitole 2.2.2. Na základě těchto hodnot jsou stanoveny pro jednotlivé místnosti následující průtoky vzduchu:

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. přívod do místnosti obsluhy | 100 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> |
| 2. odvod vzduchu               |                                    |
| • z WC                         | 50 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>  |
| • z umývárny                   | 30 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>  |

Návrh technického řešení:

Větrání výše uvedených prostorů bude zajišťovat malá vzduchotechnická jednotka, která bude umístěna na stěně v sociálním zázemí. Nasávání a výfuk vzduchu od tohoto zařízení bude proveden pomocí protidešťových žaluzií na fasádě objektu.

Vlastní jednotka bude vybavena:

1. přívodním a odvodním ventilátorem s možností změny otáček
2. deskovým rekuperačním výměníkem zpětného získávání tepla s automatickým obtokem výměníku (bypass)
3. základními filtry pro ochranu deskového výměníku

Distribuční prvky budou napojeny ohebným potrubím kruhového průřezu (event. s útlumem hluku). Na přívodu vzduchu ještě dodatečně bude umístěn tlumič hluku. Přívod vzduchu do místnosti obsluhy bude proveden pomocí talířového ventilu. Mezi prostory bude provedena přefuková stěnová mřížka.

Chod zařízení se předpokládá nepřetržitý.

V případě, že venkovní teplota klesne pod  $t_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ , spustí elektrický ohřívač, který bude dohřívat vzduch na  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$  před deskovým rekuperačním výměníkem zpětného získávání tepla. Tepelný deficit vzniklý přívodem chladnějšího vzduchu v zimním období (uvažovaná účinnost VZT je 80 %) bude kryt otopným tělesem v místnosti obsluhy (těleso napojeno na rozvod topné vody). V místnosti obsluhy bude dále situováno chladicí zařízení

Zařízení bude vybaveno automatickou regulací, která bude zajišťovat následující funkce:

1. Plynulou regulaci otáček ventilátorů EC motorem
2. Signalizace chodu ventilátorů vč. sledování jejich momentálních výkonů
3. Ovládání výkonu zpětného získávání tepla včetně automatického obtoku výměníku
4. Signalizaci zanášení filtrů.
5. Snímání teplot v prostoru.
6. Signalizaci havarijních stavů a sledování provozních stavů.

Zařízení č. 3 : Havarijní větrání haly kontejnerů, lapáku šterků a stání fekálních vozů.

Dimenzování

Na základě požadavku odběratele a investora je nutno v případě zvýšení koncentrace  $\text{H}_2\text{S}$  nad povolenou NPK dle příslušných právních předpisů (NPK max =  $20 \text{ mg / m}^3$ ) je nutno:

1. zamezit přístup do haly osobám bez ochranných pomůcek
2. zvýšit intenzitu větrání v daném prostoru tak, aby byla zajištěna minimálně 5násobná výměna vzduchu

Zvýšená výměna vzduchu bude zajištěna dodatečným přiváděcím zařízením, které bude přivádět vzduch z venkovního prostředí. Přívod vzduchu bude zajištěn protidešťovou žaluzií, před kterou bude umístěna uzavírací klapka a přetlaková klapka.

Přetlaková klapka bude nastavena na minimální přetlak a bude sloužit jako obrana proti zvýšenému úniku H<sub>2</sub>S.

Vzduchový výkon tohoto havarijního zařízení bude následující:

1. celkový objem haly lapáku šterku	11 000 m <sup>3</sup>
2. navýšení výměny vzduchu	2 x h <sup>-1</sup>
3. minimální množství odsávaného vzduchu doplňkovým odsávacím zařízením	22 000 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>

Návrh technického řešení

Havarijní větrání bude zajišťovat větrací přiváděcí jednotka, která bude umístěna uvnitř haly na ocelové konstrukci vedle skladu a bude mít následující složení:

1. axiální ventilátor
2. tlumič hluku
3. uzavírací klapka

Nasávání vzduchu bude zajištěno pomocí protidešťové žaluzie umístěné na fasádě objektu. Přiváděcí vyústky budou umístěny ve výšce 4 m nad podlahou objektu. Spouštění přiváděcího systému bude od centrálního řízení objektu na základě signalizace překročení NPK H<sub>2</sub>S. V případě provozu tohoto přiváděcího systému bude nadále v provozu zařízení č.1.

Zařízení bude vybaveno v rámci MaR automatickou regulací, která zajišťuje:

1. Signalizaci chodu ventilátoru
2. monitorování a archivaci provozních a havarijních stavů dle požadavků provozovatele

Zařízení č. 4 Klimatizace nízkonapěťové rozvodny.

### Dimenzování

Údaje o potřebě tepla pro vytápění byly získány výpočtem tepelných ztrát pláště dle normy ČSN EN 12 831 „Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu“ a ČSN EN ISO 13 790 „Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení“.

Dimenzování zařízení musí splňovat následující podmínky kladené na vnitřní prostředí rozvodny:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. vnitřní teplota v letním období   | 22 °C                      |
| 2. maximální relativní vlhkost v prostoru rozvodny (při vnitřní teplotě vzduchu + 22 °C to znamená měrnou vlhkost vzduchu $x = 10 \text{ g/kg}$ )  | RH = 60%                   |
| 3. minimální výměna vzduchu v prostoru   | $i = 1,0 \text{ x h}^{-1}$ |
| 4. vnitřní objem rozvodny  | 108 m <sup>3</sup>         |
| 5. vnitřní tepelné zisky od technologie  | $Q_{Z1} = 6 \text{ kW}$    |
| 6. ostatní tepelné zisky (vnitřní a vnější)  | $Q_{Z2} = 1,5 \text{ kW}$  |
| 7. tepelné zisky větráním vzduchu a infiltrací vč. Ohřevu vzduchu ventilátory  | $Q_{Z3} = 0,5 \text{ kW}$  |
| 8. celkové tepelné zisky   | $Q_{ZC} = 8,0 \text{ kW}$  |
| 9. minimální množství vzduchu při teplotě přiváděného vzduchu + 12 °C (odvlhčení na hodnotu měrné vlhkosti $x = 8,5 \text{ g kg}^{-1}$ )<br>$Q_V = 0,33 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 1 \text{ 200 m}^3 \text{ h}^{-1}$ |                            |
| 10. minimální výkon chladicího zařízení ( $h_1 = 50 \text{ kJ/kg}_{s.v.}$ , $h^2 = 34 \text{ kJ/kg}_{s.v.}$ )  | $Q_{CH} = 6,4 \text{ kW}$  |

$$Q_V = \frac{Q_Z}{\rho * c * \Delta t} = \frac{8,0}{1,2 * 1,01 * 10} = 0,66 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \Rightarrow 2\,376 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

11. minimální výkon chladícího zařízení na rozvodnu NN

$$Q_{CH} = Q_V * \rho * \Delta h = 0,66 * 1,2 * (50-34) = 12,67 \text{ kW}$$

#### Návrh technického řešení

Větrání a klimatizaci bude zajišťovat větrací a klimatizační jednotka, která bude umístěna v prostoru haly nad stropem rozvodny. Při nastavení a regulaci bude maximální snaha o zajištění přetlaku oproti hale.

VZT jednotka bude vybavena automatickou regulací. Součástí jednotky jsou uzavírací klapky se servopohonem s havarijní funkcí, základový rám, sifon, pružné manžety.

Nasávání a výfuk vzduchu bude proveden pomocí protidešťových žaluzií na fasádě objektu. Vlastní jednotka bude pracovat s čerstvým a cirkulačním vzduchem v proměnném poměru, a proto bude mít následující složení:

1. uzavírací klapky na sání a výfuku včetně servopohonů s havarijní funkcí
2. odvodní ventilátor s frekvenčním měničem otáček umístěný na odpruženém rámu ve skříni vzduchotechnické jednotky
3. klapkový systém pro směšování venkovního a cirkulačního vzduchu s výfukem přebytečného smíšeného vzduchu včetně servopohonů
4. základní filtr třídy M5
5. přívodní ventilátor s frekvenčním měničem otáček umístěný na odpruženém rámu ve skříni vzduchotechnické jednotky
6. výměník přímého chlazení
7. elektrický ohřivač pro eliminaci podchlazení místnosti v režimu letního odvlhčení
8. uhlíkový filtr – patrony

## 9. základní filtr třídy F7

Venkovní kondenzační jednotka chlazení bude umístěna ve venkovním prostředí na fasádě objektu. Přívod a odvod vzduchu bude zajišťován standardním potrubím z ocelového pozinkovaného plechu, do kterého budou přímo osazeny přívodní a odvodní vyústky.

Při prostupu přes požární dělicí konstrukcí do potrubí budou osazeny požární klapky.

Chod zařízení se předpokládá nepřetržitě. Režimy provozu bude zajišťovat automatická regulace v závislosti na venkovních klimatizačních podmínkách následovně:

1. Venkovní teplota pod  $t_e = + 14 \text{ }^\circ\text{C}$   
Jednotka bude pracovat bez funkce přímého chlazení, pouze pomocí směšování venkovního a cirkulačního vzduchu.
2. Venkovní teplota nad  $t_e = + 14 \text{ }^\circ\text{C}$  a zároveň bude měrná vlhkost venkovního vzduchu pod  $x = 8,0 \text{ g/kg}$   
V tomto případě bude systém pracovat s minimem přiváděného venkovního vzduchu a chladič jednotky (výstupní teplota) bude pracovat tak, aby množství vzduchu zchlazené na danou teplotu odvedlo všechny tepelné zátěže a v místnosti byla dosažena teplota vzduchu  $+ 22 \text{ }^\circ\text{C}$ .
3. Venkovní teplota nad  $t_e = + 14 \text{ }^\circ\text{C}$  a zároveň bude měrná vlhkost venkovního vzduchu nad  $x = 8,0 \text{ g/kg}$   
V tomto případě bude systém pracovat pouze s minimem venkovního vzduchu. Pro odvlhčení vzduchu bude chladič jednotky chladit vzduch na teplotu  $+ 12 \text{ }^\circ\text{C}$ . tento vzduch bude následně dohříván na teplotu, která zajistí v místnosti požadovanou teplotu  $+ 22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Poznámka: Použití elektrického ohřivače je provedeno z důvodu, aby v prostoru rozvodny NN nebyla tlaková voda.

Zařízení bude vybaveno automatickou regulací, která bude zajišťovat následující funkce:

1. Ovládání uzavíracích klapek pro směšování přiváděného, odváděného a cirkulačního vzduchu včetně signalizace polohy klapek a hlášení poruch u servopohonů.



2. Plynulou regulaci otáček ventilátorů frekvenčním měničem na základě
3. Regulace konstantního statického tlaku v referenčním místě potrubního rozvodu.
4. Regulaci výkonu elektrického ohřivače dle teploty přiváděného vzduchu a vlhkosti přiváděného vzduchu –  $t = 10\text{ °C} / 22\text{ °C}$ , pod nebo nad  $x = 8,0\text{ g/kg}$  (viz předchozí režimy provozu)
5. Regulaci výkonu chladiče dle tepelné zátěže (viz předchozí režimy provozu)
6. Signalizace chodu ventilátorů vč. sledování jejich momentálních výkonů
7. Možnost snížení průtoku vzduchu.
8. Signalizace zanášení filtru.
9. Ovládání a signalizace polohy listu požárních klape
10. Snímání teplot a relativní vlhkosti v prostoru.
11. Signalizace havarijních stavů a sledování provozních stavů.
12. Snímání a signalizace chodu, poruchy a vypnutí kondenzační jednotky.

Zařízení č. 5: Chlazení místnosti obsluhy.

Dimenzování

Dimenzování chladicího zařízení je navrženo na základě předpokládaných tepelných zisků:

1. vnější zisky celkem	0,9 kW
2. vnitřní zisky	
technologie	1,5 kW
osvětlení	0,3 kW
3. zisky větráním	0,25 kW
celkem bez uvažování součinnosti	2,95 kW
současnost $i = 0,8$	
instalovaný chladicí výkon	2,36 kW

## Návrh technického řešení

Chlazení místnosti bude provedeno pomocí nástěnné chladicí jednotky s přímým odparem chladiva s kondenzační jednotkou umístěnou na fasádě objektu. Propojení vnitřní a vnější jednotky bude provedeno pomocí izolovaného měděného potrubí naplněného ekologickým chladivem. Ovládání bude místní pomocí infraovladače. Vytápění místnosti bude pomocí stacionárního otopného tělesa s motoricky ovládanou termostatickou hlavici, která při chodu chladicí jednotky vypne přívod topné vody do vytápěcího prvku.

Klimatizační jednotka bude dodána včetně modulů pro hlášení poruchových stavů. Specifikace a pokyny pro provádění izolací vzduchotechnického potrubí

Tepelně budou izolovány úseky potrubí, ve kterém je dopravován vzduch o jiné teplotě, než je teplota okolí. Toto neplatí v těch případech, kdy se jedná o dopravu odpadního vzduchu, který již dále nebude používán pro potřeby sekundárního provětrávání či temperování pomocných místností či pro rekuperaci odpadního tepla, nebo nehrozí kondenzace vodních par uvnitř potrubí.

Proto se předpokládají následující typy tepelných izolací pro různé možnosti rozdílů teplot mezi okolím a dopravovaným vzduchem a dle umístění potrubí:

1. Parotěsná izolace na bázi kaučuku v místech nasávání čerstvého venkovního vzduchu vedeného uvnitř místnosti (platí pro nasávání vzduchu ve strojovnách vzduchotechniky)
2. Tepelná izolace na bázi minerální vlny o tl. 20-60 mm s oplechováním hliníkovým nebo pozinkovaným ocelovým plechem  
Tenčí izolace budou používány v těch případech, kdy rozdíl teplot dopravovaného vzduchu a jeho okolí nepřevyšší hodnotu:
  - do 10 °C                      20 mm
  - do 25 °C                      40 mm
  - nad 25 °C                      60 mm

## Dezodorizace a ionizace

K likvidaci zápachu se navrhuje užití dezodorizační zařízení odvádějící vzduch z haly ven a ionizační vzduch recirkulující zařízení, obě na principu fotokatalytické oxidace. Obě jednotky budou umístěné v těsné blízkosti nové haly. Zajištěna bude celková výměna vzduchu v objektu třikrát za hodinu. Součástí technologické dodávky jsou vlastní jednotky a potrubí recirkulace ionizace.

Zajištěna bude celková výměna vzduchu v objektu třikrát za hodinu. Součástí technologické dodávky jsou vlastní jednotky a potrubí recirkulace ionizace.

Specifikace - Dezodorizační jednotka:

1. Tří-stupňová fotoionizační jednotka pro čištění
2. Odtahu vzduchu o kapacitě 36500 m<sup>3</sup>/hod.
3. Rozměry jednotky cca. 4 560 mm x 2 190 mm x 3 190 mm

Charakteristika vzdušiny:

1. Koncentrace NH<sub>3</sub> maximální = 30 ppm
2. Koncentrace HS<sub>2</sub> maximální = 10 ppm
3. Výstupní koncentrace <500 OUE/m<sup>3</sup>
4. Maximální průtok vzdušiny 36 500 m<sup>3</sup>/hod.
5. Způsob provozu jednotky: nepřetržitý nebo přetržitý

Specifikace - Ionizační jednotka

1. Tří stupňová fotoionizační jednotka pro čištění
2. Odtah vzduchu o kapacitě 36500 m<sup>3</sup>/hod.
3. Rozměry jednotky cca. 4 560 x 2 190 x 3 190 mm

Charakteristika vzdušiny:

1. Koncentrace NH<sub>3</sub> maximální = 30 ppm
2. Koncentrace HS<sub>2</sub> maximální = 10 ppm
3. Výstupní koncentrace <500 OUE/m<sup>3</sup>

4. Maximální průtok vzdušiny 36 500 m<sup>3</sup>/hod.
5. Způsob provozu jednotky: nepřetržitý nebo  
Přetržitý

## Výsledky

Cílem této práce bylo návrh podmínek a parametrů optimálního systému větrání, vytápění včetně ověření možného vzniku sirovodíku v provozních halách včetně návrhu řešení objektu česlovny,

Výsledkem návrhu je specifikace zařízení, která optimálně zajistí funkci systému větrání, vytápění. Zároveň také zajistí eliminaci možného výskytu sirovodíku tím, že tento plyn bude efektivně odbourán v rámci zařízení dezodorizace a ionizace. Jedná se o následující zřízení:

1. Zařízení č. 1a Teplovzdušné větrání haly kontejnerů, lapáku štěrků a stání fekálních vozů.
2. Zařízení č. 1b: Stropní ventilátor.
3. Zařízení č. 2: Teplovzdušné větrání místnosti obsluhy a sociálního zázemí
4. Zařízení č. 3: Havarijní větrání haly kontejnerů, lapáku štěrků a stání fekálních vozů
5. Zařízení č. 4: Klimatizace nízkonapěťové rozvodny
6. Zařízení č. 5: Chlazení místnosti obsluhy
7. Zařízení Dezodorizace a ionizace

## 4 Závěr

Závěrem je důležité konstatovat, že cíle práce bylo dosaženo. Byla koncepčně navržena zařízení, která optimálně zajistí funkci systému větrání, vytápění. Bylo prokázáno, že je zajištěna zpětná následná výměna vzduchu v prostoru haly. Zároveň je nutno v prostoru haly dodržovat teplotu minimálně 10 °C.

Bude zároveň zajištěno přivádění teplého vzduchu, nahromaděného pod stropem haly, do přízemní pobytové zóny. Tím zajistí cirkulaci vzdušiny v prostoru haly a jeho rovnoměrnější teplotního rozvrstvení.

Byly optimalizovány koncepce a navržena zařízení, které zajistí vytápění, větrání a chlazení ostatních prostor objektu česlovny.

Zároveň bylo také koncepčně navrženo zařízení, které zajistí eliminaci možného výskytu sirovodíku v odváděné vzdušině z objektu Česlovny.

## 5 Seznam použitých zdrojů

[ 1 ] <https://www.tzb-info.cz/> - TZB info

[ 2 ] Archiv společnosti PVS

[ 3 ] Archiv společnosti Garnets Consulting a.s.

Použitá literatura:

<https://www.asio.cz/cz/669.fotokatalyticka-dezodorizace-na-cestech-od-nove-metody-k-respektovane-technologie-v-provozu-cov>

<https://www.pvs.cz/archiv>

Topenářská příručka 3 - Navrhování částí tepelných soustav v příkladech

TZB – Vzduchotechnika Jiří Hirš, Gunter Gebauer - FAST Brno

<https://janka.cz/o-nas/ke-stazeni/>

Soupis legislativních dokumentů a obecně užívaných norem pro závěrečnou práci:

1. Nařízení vlády NV 361/2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci v platném znění.
2. Nařízení vlády číslo 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací v platném znění (NV 217/2016 Sb.).
3. Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřní rozvody tepelné energie a chladu.
4. Vyhláška č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.
5. Nařízení č. 11 Rady hlavního města Prahy, kterým se stanovují obecné požadavky na užívání území a technické požadavky v hlavním městě Praze (pražské stavební předpisy).

6. Nařízení komise EU č. 1253/2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a rady 2009/125 ES, pokud jde o požadavky na Ecodesign větracích jednotek.
7. ČSN 12 7010 (+ ZMĚNA 1) „Navrhování vzduchotechnických a klimatizačních zařízení“.
8. ČSN 73 0801 „Požární ochrana staveb, výrobní objekty“.
9. ČSN 73 0872 „Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením“.
10. ČSN EN 15251 „Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, teplotního prostředí, osvětlení a akustiky“.
11. ČSN EN 16798-3 „Energetická náročnost budov – Větrání budov – Část 3: Větrání nebytových budov – základní požadavky na větrací a klimatizační systémy“;
12. ČSN 06 0310 „Ústřední vytápění, projektování a montáž“.
13. SN 06 0830 „Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody“.
14. ČSN 06 1101 „Otopná tělesa pro ústřední vytápění“.
15. ČSN 38 3360 „Tepelné sítě. Strojní část a stavební část - projektování“.
16. ČSN 12 831 „Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu“.
17. ČSN 12 828 „Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních soustav“.
18. ČSN EN ISO 13 790 „Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení“



## **6 Přílohy**

Příloha č. 1 – Situace zařízení

Příloha č. 2 – Řez a schéma zařízení