



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA KUCHYNĚ

AIR CONDITIONING OF THE KITCHEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Patrik Raftopoulos

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav technických zařízení budov
Student:	Patrik Raftopoulos
Vedoucí práce:	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Akademický rok:	2023/24
Studijní program:	B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor:	Pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vzduchotechnika kuchyně

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce bude obsahovat dvě části. První část bude tvořit rešerše na vedoucím přidělené téma, ve druhé části bude vypracován projekt vzduchotechnického zařízení odpovídající tématu bakalářské práce. Projekt bude obsahovat jak výpočtovou, tak i výkresovou a textovou část.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 12 až 20 stran

B. Výpočtová část analýza objektu – rozdělení zadané dispozice na funkční celky, koncepce řešení tepelné bilance, průtoky vzduchu, tlakové poměry distribuce vzduchu, dimenzování potrubí a tlaková ztráta, úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy), útlum hluku izolace VZT potrubí

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva

(tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma, Počet VZT zařízení a rozsah projektu určí vedoucí práce.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Stavební dokumentace zadané budovy,

České i zahraniční právní předpisy a technické normy,

Odborná literatura,

Zdroje na internetu.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 24. 5. 2024

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.

vedoucí ústavu

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.

děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnického systému pro funkční celek varny kuchyně v nemocničním stravovacím zařízení.

Teoretická část je zaměřena na způsoby omezení úniku citelného a vázaného tepla od varných technologií do místnosti.

Ve výpočtové části je řešen návrh teplovzdušného vytápění funkčního celku. Rovněž je řešena celková analýza objektu a rozdělení do jednotlivých funkčních celků, výpočet tepelné bilance funkčního celku, tlakové spády, průtoky vzduchů, návrh potrubní sítě a vzduchotechnické jednotky. Jsou uvedeny všechny prvky nutné pro správné fungování celého systému.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, teplovzdušné vytápění, vzduchotechnická jednotka, citelné teplo, vázané teplo, útlum hluku, distribuční elementy

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the ventilation system for the functional unit of the kitchen in the hospital eating facility.

The theoretical part is focused on methods of limiting the leakage of sensible and bound heat from cooking technologies into the room.

In the calculation part, the design of hot air heating of the functional unit is solved. The overall analysis of the building and the division into individual functional units, the calculation of the heat balance of the functional unit, pressure drops, air flows, the design of the piping and the air handling unit are also solved. All elements necessary for the proper functioning of the entire system are listed.

KEYWORDS

Air conditioning, warm air heating, air handling unit, sensible heat, bound heat, noise reduction

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RAFTOPULOS, Patrik. *Vzduchotechnika kuchyně*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika kuchyně* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2024

Patrik Raftopulos

autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika kuchyně* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

Patrik Raftopulos

autor

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mojí bakalářské práce panu doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph. D za odborné vedení, užitečné a praktické rady, neustálou ochotu k mému vzdělávání během konzultačních hodin a rovněž děkuji za vzbuzování mého zájmu k oboru vzduchotechniky svým poutavým, odborným výkladem.

OBSAH

Úvod	11
Část A – Teoretická část	12
1 Úvod	13
2 Vysvětlení pojmů	13
2.1 Citelné teplo	13
2.2 Vázané teplo	13
2.3 Tepelná zátěž	14
3 Tepelná pohoda v místnosti	14
4 Přívod vzduchu do místnosti kuchyně	15
5 Varné technologie	16
5.1 Sporák	16
5.2 Konvektomaty a trouby	17
5.3 Kotle a multifunkční pánve	18
5.4 Mycí stroje	18
6 Odsavače par	19
6.1 Návrh odsavače par	19
6.2 Indukční odsavače par	21
7 Větrací stropy	22
8 Systém vzduchové clony	23
9 Závěr	24
Část B – Výpočtová část	25
1 Analýza objektu	26
1.1 Rozdělení objektu na funkční celky	26
1.2 Okrajové podmínky vnějšího prostředí	28
1.3 Navrhované podmínky vnějšího prostředí	28
2 Tepelná bilance objektu	28
2.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla	28
2.2 Výpočet tepelné ztráty funkčního celku	31
2.3 Výpočet tepelných zisků funkčního celku	34

3 Výpočet průtoku vzduchu	38
4 Tlakové poměry	39
5 Distribuční elementy	40
5.1 Návrh distribučních elementů na přívodu	40
5.2 Návrh distribučních elementů na odvodu	41
5.3 Tabulka distribučních elementů na přívodu	43
5.4 Tabulka distribučních elementů na odvodu	44
6 Dimenze potrubí a externí tlaková ztráta	45
6.1 Jednočarové řešení potrubí	45
6.2 Dimenzování přívodního potrubí	46
6.3 Dimenzování odvodního potrubí	47
6.4 Externí tlaková ztráta potrubí	48
7 Návrh vzduchotechnické jednotky	49
7.1 Výstupní schéma jednotky z AeroCAD	49
7.2 HX – Diagram zařízení č. 1	50
8 Návrh útlumu hluku	51
8.1 Návrh tlumičů hluku do interiéru	52
8.2 Posouzení tlumičů hluku do interiéru	53
8.3 Návrh tlumičů hluku do exteriéru	55
8.4 Posouzení tlumičů hluku do exteriéru	56
9 Návrh tepelné izolace	58
9.1 Posudek tepelné izolace do místností – přívod	59
9.2 Posudek tepelné izolace do místností – odvod	59
9.3 Posudek tepelné izolace ve strojovně – přívod	60
9.4 Posudek tepelné izolace ve strojovně – odvod	60
10 Návrh protidešťové žaluzie	61
11 Návrh požárních klapek	62

Část C – Projekt	63
C1 Technická zpráva	64
1 Úvod	64
1.1 Podklady pro zpracování	64
1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů	64
1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí	65
2 Základní koncepční řešení	65
2.1 Hygienické větrání	65
2.2 Technologické větrání a klimatizace	66
2.3 Energetické zdroje	66
3 Popis technického řešení	66
3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení	66
4 Nároky na energie	67
5 Měření a regulace	67
6 Nároky na související profese	68
6.1 Stavební úpravy	68
6.2. Silnoproud	68
6.3 Vytápění	68
6.4 Zdravotní technika	68
7 Protihluková a protiotřesová opatření	68
8 Izolace a nátěry	68
9 Protipožární opatření	69
10 Montáž, provoz, údržba a obsluha	69
11 Závěr	69
C2 Regulační schéma zařízení	70
C3 Výkaz výměr zařízení č. 1	71
C4 Seznam příloh projektu	74
Použité zdroje	76
Seznam obrázků	79
Seznam tabulek	81

ÚVOD

Tato bakalářská práce je rozdělena do tří částí.

První část je teoretická literární rešerše a zabývá se způsoby omezení úniku citelného a vázaného tepla od varných technologií do místnosti.

Druhá část výpočtová, která řeší návrh vzduchotechniky varny kuchyně v nemocničním stravovacím zařízení. Jsou v ní zahrnuty veškeré výpočty a tabulky potřebné k návrhu tohoto zařízení.

Třetí část je projektová dokumentace s technickou zprávou, regulačním schématem zařízení a výkazem výměr. Jako přílohy v této části jsou výkresy půdorysů a řezů v měřítku 1:50 společně s technickými listy a podklady od výrobců.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

PART A – THEORETICAL PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Patrik Raftopoulos

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

BRNO 2024

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

ZPŮSOBY OMEZENÍ ÚNIKU CITELNÉHO A VÁZANÉHO TEPLA OD VARNÝCH TECHNOLOGIÍ DO MÍSTNOSTI

1 ÚVOD

Literární rešerše se zabývá způsoby omezení úniku tepla od varných technologií do interiérového prostředí.

Varné technologie z důvodu vysokých příkonů dosahují vysokých teplot a zatěžují okolní prostředí citelným teplem, zároveň předávají teplo do potravin s často vysokým obsahem vody a tvoří tak horkou páru která má na sebe teplo vázané.

Vázané teplo je z většiny odvedeno lokálně pomocí odsavače par, zatímco citelné teplo z velké části ohřívá okolní prostor.

Při správném návrhu vzduchotechnického systému lze tepelnou zátěž od varných technologií omezit a zvýšit tak tepelnou pohodu v místnosti, snížit požadované průtoky vzduchu systémem VZT, a tím snížit pořizovací náklady na zařízení a na vzduchotechnickou jednotku. Snížení průtoků vzduchu zároveň snižuje provozní náklady na provoz zařízení.

2 VYSVĚTLENÍ POJMŮ

2.1 Citelné teplo

Při zahřívání objektu do něj dostáváme energii, čímž vstupuje jeho teplota. Jako citelné teplo označujeme teplo, které předává zahřátý objekt do okolního prostředí.

Tímto procesem se objekt ochlazuje a teplota v okolí objektu vstupuje.

2.2 Vázané teplo

Při používání varných technologií většinou zahříváme látku, která obsahuje vodu v kapalném skupenství. Zahříváním této látky nad bod varu je další dodané teplo využito pro změnu skupenství vody na vodní páru, aniž by se změnila teplota zahřívání látky. Toto teplo nazýváme teplem vázaným.

2.3 Tepelná zátěž

Jedná se o tepelnou výměnu mezi zdrojem tepla s vyšším energetickým potenciálem a vnitřním prostorem. Výrazně ovlivňuje kvalitu interního mikroklimatu.

Často bývá rozhodující veličina pro návrh vzduchotechnického systému kuchyní z důvodu velikosti složky vnitřních zdrojů (tepelné zátěže od spotřebičů).

Mezi jednotlivé složky tepelné zátěže může patřit:

- Vnitřní zdroje (například varné technologie – v kuchyních většinou nejvyšší hodnota)
- Sluneční radiace
- Konvekce stavebními konstrukcemi
- Infiltrace z venkovního vzduchu
- Biologická produkce
- Osvětlení

3 TEPELNÁ POHODA V MÍSTNOSTI

Tepelná pohoda označuje stav mysli, kdy osoby pobývající se v místnosti vyjadřují spokojenost s klimatem, který se tam nachází. Není jim tedy ani chladno, ani přílišné teplo.

Je to tedy subjektivní hodnocení osob mikroklimatu místnosti.

Objektivně se však dá tepelná pohoda pro činnost vstoje nebo při chůzi spojená s přenášením lehkých břemen překonáváním malých odporů (vaření, výdej a kompletace pokrmů, práce vsedě s pohybem obou paží) uvažovat jako 18 °C až 26 °C (Vyhláška č. 137/2004 Sb. o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných)

Z důvodu zajištění tepelné pohody je třeba v kuchyních a ve stravovacích provozech navrhnout systém vzduchotechniky správně a efektivně.

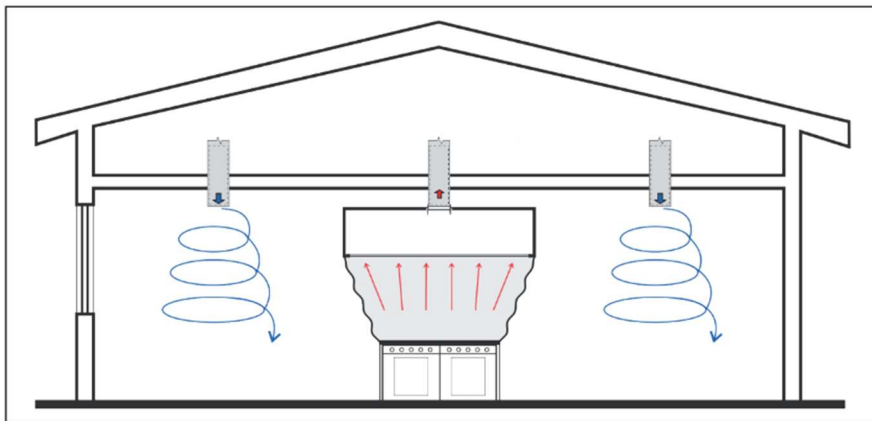
4 PŘÍVOD VZDUCHU DO MÍSTNOSTI KUCHYNĚ

4.1 PŘÍVOD VZDUCHU SMĚŠOVÁNÍM

Tento systém funguje na principu vyšší rychlosti proudění na přívodních distribučních elementech. Díky tomu jde při návrhu dobře pracovat s prouděním vzduchu v místnosti a zajistit tak větší redukci tepla sálajícího od spotřebičů.

Výhodou je, že přívod vzduchu je možné osadit přímo do odsavačů par, v takovém případě je nutné dbát na správné zaregulování přívodu tak, aby nedocházelo k úniku znehodnoceného vzduchu mimo odsávač par.

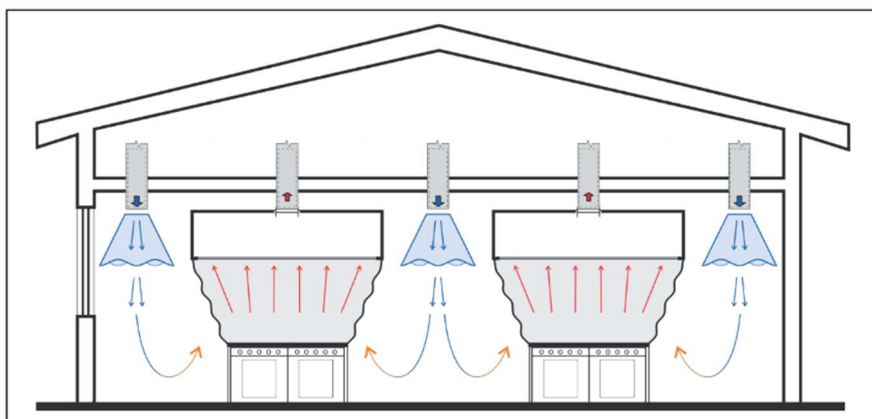
Nevýhodou může být, že vyšší rychlost pohybu vzduchu v místnosti může způsobovat příčné proudění, nekomfortní pro zaměstnance kuchyně.



Obr. 1 – přívod vzduchu směřováním [1]

4.2 PŘÍVOD VZDUCHU ZAPLAVOVÁNÍM

Narozdí od systému směřováním pracuje systém přívodu vzduchu zaplavováním s nízkými hodnotami rychlosti proudění vzduchu z distribučních elementů. Nízké rychlosti jsou zajištěny pomocí velkoplošných vyústek přívodu vzduchu.



Obr. 2 – přívod vzduchu zaplavováním [2]

5 VARNÉ TECHNOLOGIE

Z hlediska vzduchotechniky je důležité rozlišovat hlavně, jestli technologie, které vytváří vodní páru, jsou schopny páru zadržet nebo ji vypouští do okolního prostředí.

5.1 Sporák

Sporáky ať už elektrické, indukční nebo plynové, fungují na principu ohřevu provozního nádobí, které zahřívá a tepelně upravuje potraviny. Zařízení je otevřené a většinou je tak největším zdrojem citelného tepla v kuchyni – na rozdíl od ostatních technologií je nutný stálý přísun tepla, který tak ohřívá okolní prostředí.

V případě že provozní nádobí není uzavřeno, je nepřetržitě tvořena vodní pára, která musí být, pro zajištění tepelné pohody a komfortu pracovníků, ihned odvedena.

Nad každým sporákem musí být tedy navržen odsavač par. Je třeba dbát na to, že oproti například konvektomatu je plocha, na které vodní pára vzniká poměrně nízko a je tedy nutný zajistit dostatečný půdorysný přesah odsavače par.

Je rovněž nutno zohlednit, jestli se spotřebič nachází ve volném prostoru nebo u stěny. To ovlivňuje míru proudění vzduchu kolem spotřebiče, a zároveň tedy rozsah do kterého se vodní páry mohou rozptylovat.



Obr. 3 – sporák [3]

5.2 Konvektomaty a trouby

Konvektomat je uzavřené zařízení, které ve vnitřním izolovaném prostředí spotřebiče pracuje jak s teplotou, tak s vlhkostí vzduchu, který upravuje potravinu. Na rozdíl od trouby je tedy připojený na studenou vodu.

Z hlediska vzduchotechniky je zásadní rozdíl v tom, že trouba produkuje hlavně citelné teplo, které odsavači par z velké části nelze lokálně odvést.

Teplo v konvektomatu je značně vázané ve vodní páře, která uniká do prostoru komínkem konvektomatu nebo nárazově při otevření dvířek spotřebiče. Z důvodu unikání velkého množství páry při otevření dvířek je nutno navrhovat přesah odsavače par větší než u většiny spotřebičů – konkrétně 300 mm až 400 mm v závislosti na výkonu spotřebiče.

Nutnost odsavače par je možná eliminovat v případě že je konvektomat vybaven kondenzačním nástavcem na komínu zařízení.



Obr. 4 – konvektomat [4]



Obr. 5 – trouba [5]



Obr. 6 – kondenzační nástavec pro konvektomat [6]

5.3 Kotle a multifunkční pánve

Kotle a multifunkční pánve jsou zařízení nahrazující sporák v kombinaci s provozním nádobím a pomocí izolace a možnosti uzavíratelnosti těchto zařízení tak výrazně omezují únik vodních par a citelného tepla do okolních prostorů.

Podobně jako u konvektomatu je při návrhu odsavače par nutné zohlednit, že otevření poklopu spotřebiče dochází k nárazovému úniku páry.



Obr. 7 – multifunkční pánve [7]



Obr. 8 – míchací kotel [8]

5.4 Mycí stroje

Mycí stroje nejsou varnou technologií, ale rovněž zatěžují okolní prostor únikem vodní páry a citelným teplem.

Některé mycí stroje bývají vybaveny rekuperačními jednotkami a výrazně tak tepelnou zátěž okolí omezují. Nad většinu zařízení je nutnost navrhnout odsavače par.



Obr. 9 – tunelový mycí stroj [9]

6 ODSAVAČE PAR

Odsavač par je většinou nerezové zařízení, které zajišťuje odvedení par a zápachu z mikroklimatu interiéru. V gastronomických provozech je vzduch odveden přes tukové filtry do vzduchotechnické jednotky, kde jsou filtrovány pevné částice a zápachy a následně je vzduch odveden do venkovního prostředí. Naproti tomu v domácnostech je často znečištěný vzduch při odvodu do exteriéru filtrován jen tukovým filtrem nebo při recirkulaci vzduchu zpět do místnosti ještě filtrem většinou s aktivním uhlím.

Nutnost použití odsavače par v kuchyni vzniká, pokud od zařízení uniká velké množství vodní páry nebo nechtěných zápachů.



Obr. 10 – odsavač par [10]

6.1 Návrh odsavače par

U návrhu rozměru odsavače par je třeba zohlednit zařízení, které vytváří vodní páry a nechtěný zápach.

Dle typu tohoto spotřebiče by odsavač par měl mít minimální půdorysný přesah:

- Sporák umístěný u stěny 250 mm
- Sporák umístěný v prostoru 300 mm
- Konvektomat umístěný u stěny 350 mm
- Multifunkční pánev u stěny 250 mm
- Multifunkční pánev v prostoru 350 mm
- Kotel umístěný v prostoru 350 mm
- Mycí stroj 200 mm

Tyto hodnoty se mohou lišit v případě, že je v prostoru předpokládáno příčné proudění vzduchu, které bude tvořit průvan.

Z hlediska průtoků vzduchu, který má páry odvádět je třeba provést výpočet, který zajistí, že na hraně odsavače bude dosažena dostatečná záchytná rychlost proudění vzduchu.

Rychlosti proudění vzduchu na hraně odsavače:

- Pro klidný vzduch v místnosti 0,10 – 0,15 m/s
- Pro slabé příčné proudění 0,15 – 0,20 m/s
- Pro silné příčné proudění 0,20 – 0,40 m/s

Pro účely gastro provozu je vhodné na stranu bezpečnou uvažovat se silným příčným prouděním vzduchu.

Postup výpočtu:

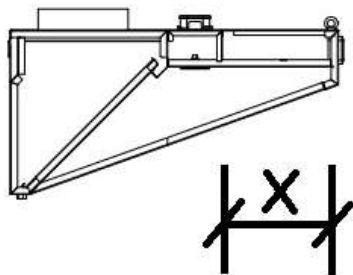
$$Wx = \frac{V}{S} \quad [m/s]$$

Kde:

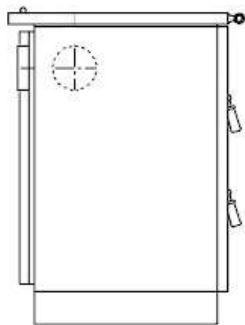
Wx – rychlost proudění vzduchu na hraně odsavače

V – objemový průtok odsavačem par

S – efektivní plocha odsavače par



X – půdorysný přesah odsavače par



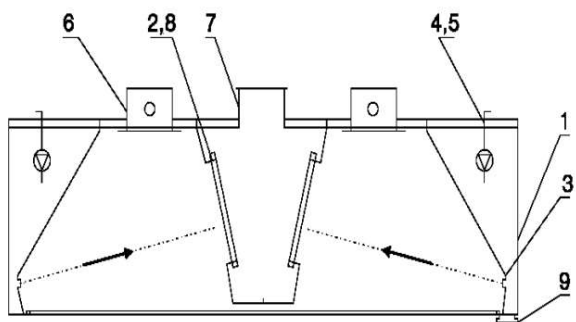
Obr. 11 – schéma návrhu odsavače par

6.2 Indukční odsavače par

Indukční odsavač par se od běžného liší tím, že aktivně vstřikuje vzduch do výfukových štěrbin, strhává a směřuje tak znečištěný vzduch do odlučovače tuku.

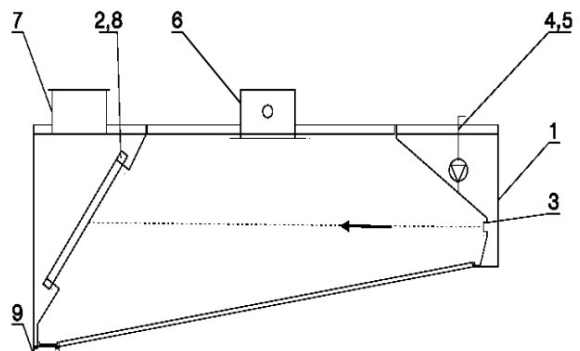
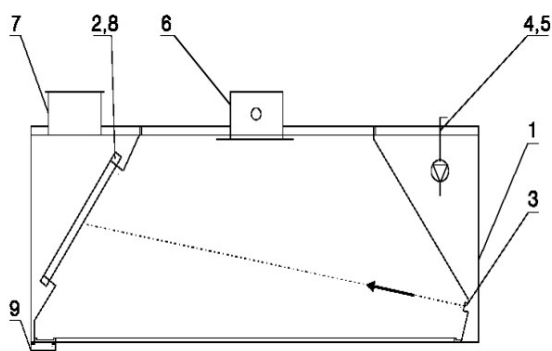
Tento systém odvádí vzduch efektivněji než běžný odsavač par a pomáhá tak redukcí tepelné zátěže jak od tepla citelného, tak od tepla vázaného na vodní páry. Díky tomu vytváří větší tepelnou pohodu pro pracovníka pohybujícího se poblíž varných technologií.

Výrobci udávají snížení nutnosti průtoku vzduchu odsavačem od cca 15–30 %. To klade nižší nároky na rozměry potrubí a na velikost a výkonnostní řadu vzduchotechnické jednotky.



Popis výrobku

Odsávací zákryt se skládá z pláště 1, odlučovače tuku 2, z výfukové kazety 3, cirkulačního ventilátoru 4, z regulátoru otáček 5, osvětlení 6, regulační klapky s napojovacím hrdlem 7, vyme-zovacích kazet 8, misky k zachycení kondenzu 9.



Obr. 12 – popis indukčního odsavače par [11]

7 VĚTRACÍ STROPY

Větrací stropy jsou moderní celoplošné větrací a osvětlovací systémy.

Návrh větracích stropů je vhodný tam, kde spotřebiče nejsou v kuchyni seskupeny do řad nebo do bloků, a instalování velkého množství odsavačů par by tedy bylo nákladné.

Další argument pro instalaci větracího stropu může být snížení převýšeného prostoru kuchyně nebo estetická preference investora při budování takzvané otevřené kuchyně. Pořizovací náklady větracího stropu bývají větší než u klasických odsavačů par, ale při změně dispozice kuchyně není nutné řešit nákladné změny vzduchotechnického zařízení.

Nevýhoda větracích stropů je velké množství filtrů a jejich náročná údržba. Dále je u těchto systémů složité manipulovat s prouděním vzduchu v místnosti a systém tedy není schopný efektivně redukovat citelné teplo od spotřebičů. To může vést k potřebě vyšší výkonnosti řady vzduchotechnické jednotky.



Obr. 13 – ukázka větracího stropu v praxi [12]

8 SYSTÉM VZDUCHOVÉ CLONY

Systém vzduchové clony se používá při seskupení vícero spotřebičů v řadě nebo při seskupení spotřebičů ve varném bloku.

Jedná se o systém, který pomocí jednotky s ventilátorem a potrubí s řadou trysek, které vede před technologiemi, proudí vzduch vysokou rychlostí, a tvoří tak clonu mezi pracovníkem a spotřebičem.

Tento vzduch je poté směřován do odsavače par.

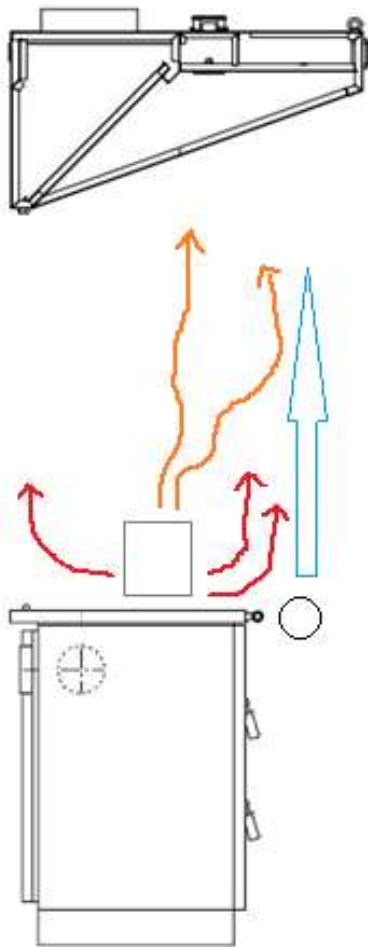
Na rozdíl od ostatních možností redukování nechtěného tepla, které do prostředí uniká, je vzduchová clona schopna téměř eliminovat, krom tepla vázaného na vodní páry, také citelné teplo, které tak ohřívá pouze vzduch okamžitě odvedený odsavačem par.



Obr. 14 – systém vzduchové clony [13]

Tento systém výrazně zvyšuje tepelnou pohodu pracovníka, který spotřebiče obsluhuje.

Kromě zvýšení tepelné pohody v místnosti zároveň systém výrazně snižuje tepelnou zátěž, a tím pádem nároky na velikost vzduchotechnického potrubí a na vzduchotechnickou jednotku.

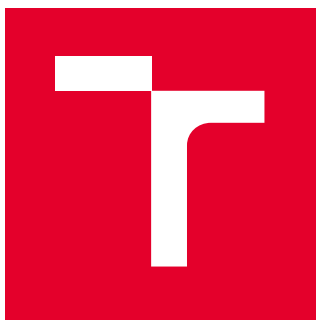


Obr. 15 – omezení tepelné zátěže vzduchovou clonou

9 ZÁVĚR

Správný návrh vzduchotechnického systému výrazně ovlivní tepelnou zátěž ve velkokuchyních a s tím spojené dimenze potrubí a vzduchotechnické jednotky. Je tedy zásadní pro efektivitu provozu, pořizovací náklady a náklady na chod vzduchotechnického zařízení.

Zároveň zajistí správné mikroklimatické podmínky v místnosti s tím spojenou tepelnou pohodu zaměstnanců kuchyně.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

PART B – CALCULATION PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Patrik Raftopoulos

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

BRNO 2024

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

1 ANALÝZA OBJEKTU

1.1 ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY

Objekt je rozdělen na 4 funkční celky. Prvním funkčním celkem je varna kuchyně a mytí provozního nádobí (Z.Č.1). Další funkční celky jsou mytí stolního nádobí (Z.Č.2), Jídelna s hygienickým zázemím (Z.Č.3) a přípravný a sklady potravin (Z.Č.4).

Funkční celky jsou takto odděleny z důvodu rozdílných požadavků na kvalitu vnitřního prostředí jako je teplota vzduchu v místnostech, vlhkost vzduchu, rozdílných potřeb filtrace přiváděného i odváděného vzduchu a rovněž z důvodu požadavků na maximální úroveň hluku (především v prostorách jídelny).

Předmětem řešení této práce je návrh VZT pro varnu kuchyně – zařízení č.1.

Z.Č.1 – Varna kuchyně a mytí provozního nádobí

- Celková podlahová plocha: 320,82 m²
- Celkový objem funkčního celku: 1042,67 m³

Z.Č.2 – Mytí stolního nádobí

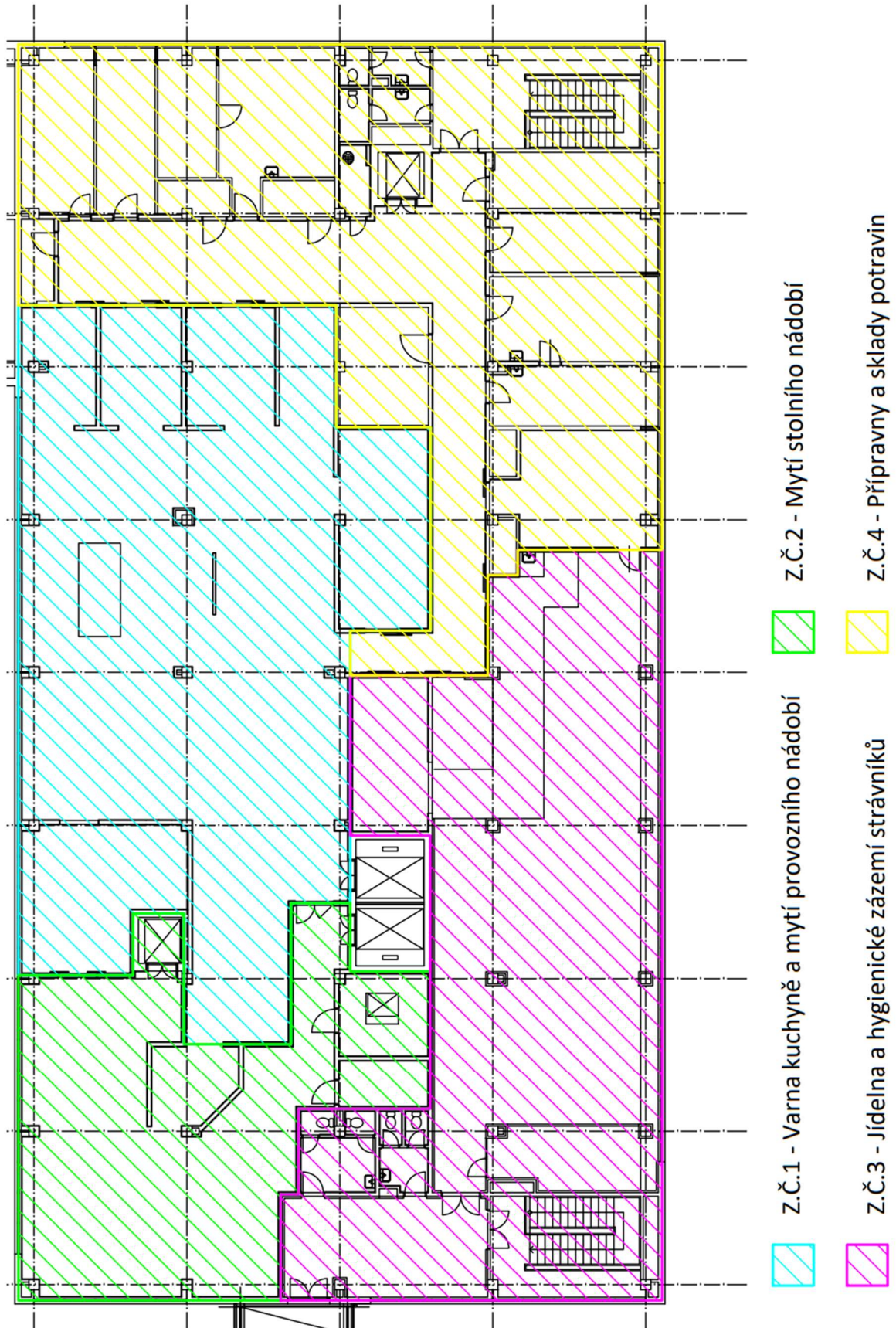
- Celková podlahová plocha: 155,61 m²
- Celkový objem funkčního celku: 506,25 m³

Z.Č.3 – Jídelna a hygienické zázemí strážníků

- Celková podlahová plocha: 341,55 m²
- Celkový objem funkčního celku: 1110,04 m³

Z.Č.4 – Přípravný a sklady potravin

- Celková podlahová plocha: 382,51 m²
- Celkový objem funkčního celku: 1168,57 m³



Obr. 16 – rozdělení na funkční celky

1.2 OKRAJOVÉ PODMÍNKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Místo stavby, nadmořská výška:	Brno venkov, 240 m.n.m
Výpočtové hodnoty vzduchu – letní období:	31 °C, entalpie = 51 kJ/kg
Výpočtové hodnoty vzduchu – zimní období:	- 13 °C

1.3 NAVRHOVANÉ PODMÍNKY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Návrhová teplota pro letní období:	26 °C
Návrhová vlhkost vzduchu pro letní období:	55 %
Návrhová teplota pro zimní období:	20 °C
Návrhová vlhkost vzduchu pro zimní období:	30 %

2 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

2.1 VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Princip výpočtu součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí:

1. Výpočet tepelného odporu jednotlivých (i-tých) vrstev konstrukcí:

$$R_i = d_i / \lambda_i \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$$

R_i – tepelný odpor i-té vrstvy $[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$

d_i – tloušťka i-té vrstvy konstrukce $[\text{m}]$

λ_i – součinitel i-té tepelné vodivosti $[\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}]$

2. Výpočet celkového tepelného odporu konstrukce:

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$$

R – tepelný odpor konstrukce $[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$

R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$

3. Výpočet celkového součinitele prostupu tepla konstrukce:

$$U = 1 / R \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

U – součinitel prostupu tepla konstrukce $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$

Tabulkový výpočet součinitelů prostupu tepla konstrukcí

Výpočet se týká pouze těch konstrukcí, které tvoří řešený funkční celek – Varna a mytí provozního nádobí.

ZDIVO VNITŘNÍ

vrstva	d_i [m]	λ_i	R_i [m ² K/W]
ker. obklad	0,010	1,00	0,01
lepidlo	0,010	1,28	0,01
ker. tvárnice	0,140	0,26	0,54
lepidlo	0,010	1,28	0,01
ker. obklad	0,010	1,00	0,01

Tab. 1 – součinitel prostupu tepla vnitřního zdiva

$$R_{si} = 0,13$$

$$R_{se} = 0,13$$

$$R = 0,83 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 1,20 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

TEPELNĚ IZOLAČNÍ OBVODOVÝ PLÁŠŤ

vrstva	d_i [m]	λ_i	R_i [m ² K/W]
ker. obklad	0,010	1,00	0,01
lepidlo	0,010	1,28	0,01
T.I. obvodový plášť	0,250	0,044	5,68
Omítka vnější	0,010	0,85	0,01

Tab. 2 – součinitel prostupu tepla obvodového pláště

$$R_{si} = 0,13$$

$$R_{se} = 0,04$$

$$R = 5,88 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 0,17 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

HLINÍKOVÉ OKNO

$$U_f = 1,30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_g = 0,50 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$\Psi_g = 0,031 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$A_f = 0,365 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_g = 2,695 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$l_g = 7,100 \text{ [m]}$$

$$U_w = 0,67 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Tab. 3 – součinitel prostupu tepla hliníkového okna

PODHLLED + STŘECHA

vrstva	d_i [m]	λ_i	R_i [m ² K/W]
PVC fólie	0,001	-	-
XPS – spád. 50-300mm	0,050	0,034	1,47
2x asfalt. lepenka	0,022	0,21	0,10
EPS	0,450	0,037	12,16
železobetonový panel	0,250	1,09	0,23
vzduchová mezera	0,700	3,61	0,19
závěsný profil	0,050	-	-
desky SDK	0,013	0,75	0,02

Tab. 4 – součinitel prostupu tepla
podhledu a střechy

$$R_{si} = 0,10$$

$$R_{se} = 0,04$$

$$R = 14,32 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 0,07 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

PODLAHA + STROP

vrstva	d_i [m]	λ_i	R_i [m ² K/W]
zátěžová dlažba	0,020	1,00	0,02
lepidlo	0,010	1,28	0,01
betonová mazanina	0,055	1,28	0,04
1x asfalt. lepenka	0,011	0,21	0,05
kročeťová izolace	0,005	0,09	0,05
železobetonový panel	0,250	1,09	0,23
omítka	0,015	0,84	0,02

Tab. 5 – součinitel prostupu tepla
podlahy a stropu

$$R_{si} = 0,17$$

$$R_{st} = 0,17$$

$$R = 0,76 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 1,31 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

VNITŘNÍ DVEŘE

vrstva	d_i [m]	λ_i	R_i [m ² K/W]
plastový rám	0,002	-	-
PUR panel	0,040	0,03	1,54
plastový rám	0,002	-	-

Tab. 6 – součinitel prostupu tepla
vnitřních dveří

$$R_{si} = 0,13$$

$$R_{st} = 0,13$$

$$R = 1,80 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 0,56 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

2.2 VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY FUNKČNÍHO CELKU

1. Tepelná ztráta do venkovního prostředí nebo do vedlejšího prostoru jiné teploty

Do venkovního prostředí

$$H_{T,i} = \sum (A_i * (U_i * \Delta U * e_i)) \quad [W/K]$$

A_i – plocha konstrukce [m²]

U_i – součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m²K]

e_i – korekční činitel

ΔU – korekční součinitel

Do vedlejšího prostoru jiné teploty

$$H_{T,i} = \sum (A_i * U_i * b_i) \quad [W/K]$$

b_i – součinitel redukce teploty

$$b_i = (\theta_{int,i} - \theta_j) * (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

θ_j – teplota vedlejšího prostoru [°C]

$\theta_{int,i}$ – teplota interiéru [°C]

θ_e – teplota exteriéru [°C]

2. Započítání vlivu tepelných mostů

$$H_T = \sum H_{T,i} * (\sum A_i * 0,05) \quad [W/K]$$

3. Celková ztráta funkčního celku prostupem

$$\Phi_t = H_T * (\theta_{int} - \theta_e) \quad [W]$$

4. Celková ztráta funkčního celku

$$\Phi_{hl} = \Phi_t + \Phi_v + \Phi_{tech} \quad [W]$$

Φ_t – celková ztráta prostupem [W]

Φ_v – celková ztráta větráním [W]

Φ_{tech} – celková ztráta technologiemi [W]

Tabulka teplot sousedních prostor

	θ - zima [°C]
exteriér	-13
funkční celek 1	20
funkční celek 2	20
funkční celek 3	20
funkční celek 4	20
1.NP	18

Tab. 7 – tabulka teplot
sousedních prostor

Tabulkový výpočet tepelné ztráty prostoru varny a mytí provozního nádobí

				Zimní období - 13°C	
konstrukce	A _i [m ²]	U _i [W/m ² K]	b _i [-]	H _{T,i} [W/K]	
ST1	13,075	1,20	0,00	0,00	
ST2	8,609	1,20	0,00	0,00	
ST3	7,100	1,20	0,00	0,00	
ST4	9,053	1,20	0,00	0,00	
ST5	9,141	1,20	0,00	0,00	
ST6	9,585	1,20	0,00	0,00	
ST7	19,614	1,20	0,00	0,00	
ST8	5,454	1,20	0,00	0,00	
ST9	8,628	1,20	0,00	0,00	
ST10	21,389	1,20	0,00	0,00	
ST11	8,783	1,20	0,00	0,00	
ST12	28,400	1,20	0,00	0,00	
ST13	13,135	1,20	0,00	0,00	
ST14	16,951	1,20	0,00	0,00	
ST15	37,686	1,20	0,00	0,00	
ST16	10,650	1,20	0,00	0,00	
ST17	23,275	0,17	1,00	3,96	
DV1	2,900	0,56	0,00	0,00	
DV2	2,800	0,56	0,00	0,00	
DV3	2,200	0,56	0,00	0,00	
DV4	2,400	0,56	0,00	0,00	
DV5	2,200	0,56	0,00	0,00	
DV6	2,200	0,56	0,00	0,00	
DV7	2,200	0,56	0,00	0,00	
OT1	5,325				
OT2	5,680				
OK1	58,188	0,67	1,00	38,83	
STR1	356,197	0,07	1,00	24,88	
POD1	356,197	1,31	0,06	28,27	
	1049,013			95,94	

$$H_t \text{ (po zahrnutí vlivu tepelných mostů)} = 148,39 \text{ [W/K]}$$

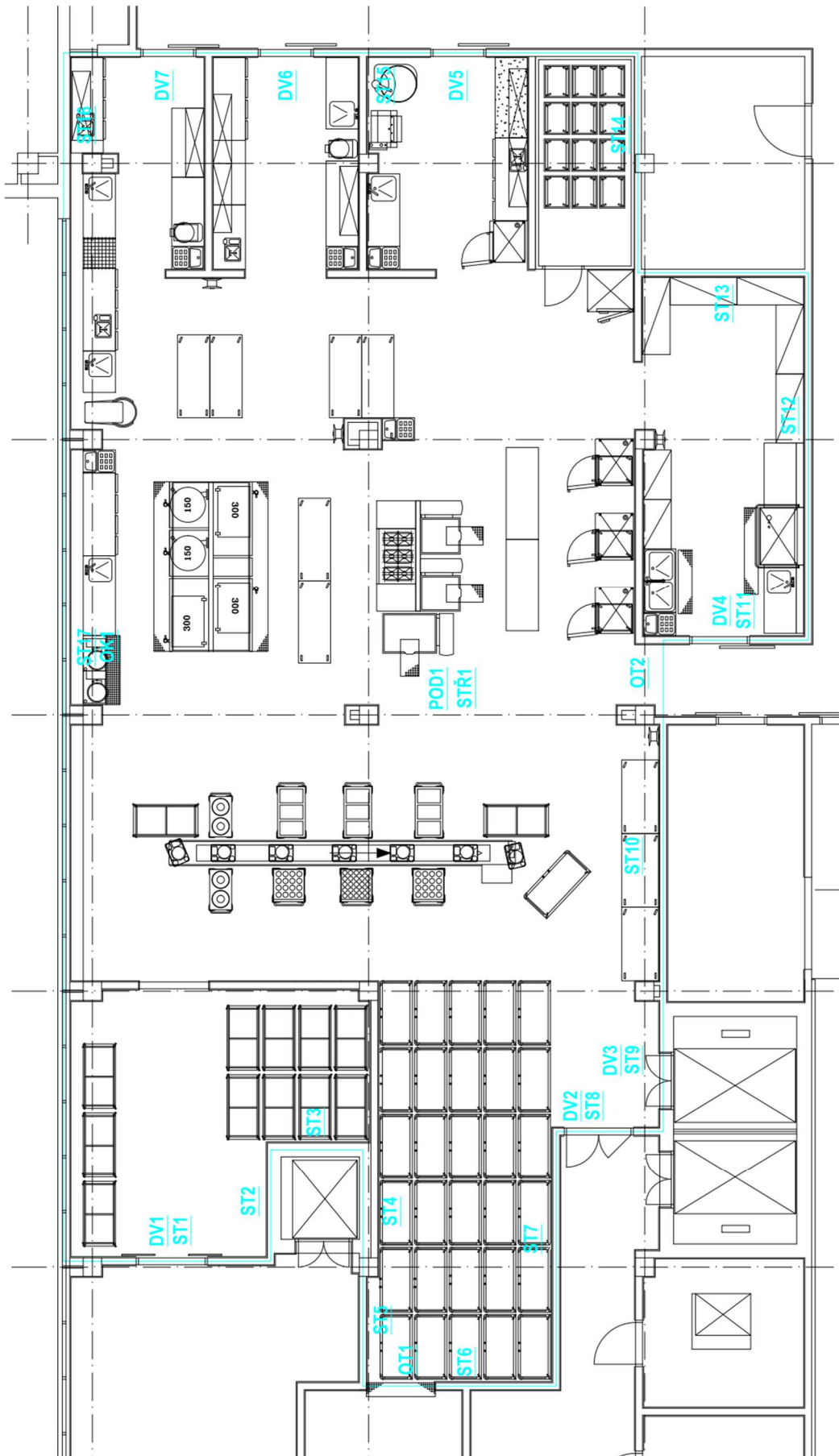
$$\text{Celková ztráta prostupem } \Phi_t = 4896,87 \text{ [W]}$$

$$\text{Celková ztráta větráním } \Phi_v = 0,00 \text{ [W]}$$

$$\text{Celková ztráta od technologií } \Phi_{\text{tech}} = 0,00 \text{ [W]}$$

$$\text{Celková ztráta } \Phi_{\text{hl}} = 4896,87 \text{ [W]}$$

Tab. 8 – tabulka tepelné ztráty varny a mytí provozního nádobí



Obr. 17 – seznam stěn, oken a dveří

2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ FUNKČNÍHO CELKU

Z důvodu vyšší přesnosti výpočtu byl výpočet tepelných zisků proveden v programu TERUNA. Potřeba vyšší přesnosti výpočtu vychází z vysokých tepelných zisků od varných technologií a z předpokladu, že letní provoz zařízení č.1 bude určující pro volbu VZT jednotky.

Tepelné zisky od varných technologií

Předpoklad výpočtu: Varné technologie produkují citelné a vázané teplo. Citelné teplo vyzářuje buď technologie samotná nebo provozní nádoby které technologie ohřívá. Vázané teplo je vázané na vodní páry, které z technologií unikají. Předpoklad výpočtu je, že veškeré citelné teplo přímo ohřívá okolní prostor a 35% vázaného tepla ohřívá okolí před tím, než bude lokálně odvedeno odsavačem par.

Postup výpočtu:

$$\Phi_{\text{tech}} = [\sum \Phi_{\text{tech,cit}} + (0,35 * \sum \Phi_{\text{tech,vaz}})] * k_s \quad [\text{W}]$$

Φ_{tech} – celkové tepelné zisky od technologií [W]

$\Phi_{\text{tech,cit}}$ – citelné teplo od technologií [W]

$\Phi_{\text{tech,vaz}}$ – vázané teplo od technologií [W]

k_s – koeficient soudobosti

Tabulkový výpočet tepelných zisků od technologií

	Technologie	Teplo citelné [W]	Teplo vázané [W]	Teplo celkem [W]
1.	Konvektomat 20xGN1/1	2531	1902	4433
2.	Konvektomat 20xGN1/1	2531	1902	4433
3.	Konvektomat 20xGN1/1	2531	1902	4433
4.	Mycí stroj - prov. nádoby	400	1200	1600
5.	Šokový chlazenáč 20xGN	600	0	600
6.	Konvektomat 10xGN1/1	958	1272	2230
7.	Multifunkční pánev 100 l	725	5796	6521
8.	Multifunkční pánev 100 l	725	5796	6521
9.	Multifunkční pánev 150 l	1071	8602	9673
10.	Sporák plynový, 6 hořáků	34000	161	34161
11.	Varný kotel 300 l	1816	9149	10965
12.	Varný kotel 300 l	1816	9149	10965
13.	Varný kotel 300 l	1816	9149	10965
14.	Varný kotel 150 l	1162	6252	7414
15.	Varný kotel 150 l	1162	6252	7414
16.	Míchací kotel 75 l	550	3200	3750
17.	Míchací kotel 75 l	550	3200	3750
		54944	74884	129828

W

Tepelné zisky od technologií $\Phi_{\text{tech}} =$ **64923** W

Tab. 9 – tepelné zisky od technologií



Obr. 18 – seznam varných technológií

Výpočet tepelných zisků v softwaru TERUNA za nestacionárních podmínek

***** INFORMACE O PROJEKTU *****

VÝPOČET MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK

Varna nemocnice v Brně venkov

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Venkovní stěna

+-----STĚNA 17 (24.486 m², 0.28m, 0.0476 W/mK, 270 kg/m³, 1250kJ/kgK)

+-----OKNO 1 (58.14 m², 0.67 W/m²K)

Venkovní stěna

+-----STŘECHA 1 (356.197 m², 0.806 m, 0.0568 W/mK, 554.6 kg/m³, 1050kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----STĚNA 1 (93.384 m², 0.18m, 0.316 W/mK, 850 kg/m³, 1000kJ/kgK)

+-----DVEŘE 1 (2.9 m², 0.56W/m²K)

+-----DVEŘE 2 (2.8 m², 0.56W/m²K)

+-----DVEŘE 3 (2.2 m², 0.56W/m²K)

Symetrická stěna

+-----STĚNA 2 (27.069 m², 0.18m, 0.316 W/mK, 850 kg/m³, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----STĚNA 3 (115.56 m², 0.18m, 0.316 W/mK, 850 kg/m³, 1000kJ/kgK)

+-----DVEŘE 4 (2.4 m², 0.56W/m²K)

+-----DVEŘE 5 (2.2 m², 0.56W/m²K)

+-----DVEŘE 6 (2.2 m², 0.56W/m²K)

+-----DVEŘE 7 (2.2 m², 0.56W/m²K)

Další akumul. hmota

+-----VYBAVENÍ VARNY 1 (420 m², 6240 kg, 460kJ/kgK)

Podlaha

+-----PODLAHA 1 (356.197 m², 0.4 m, 0.423 W/mK, 1135 kg/m³, 1350 kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti: 1264.5 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: ANO

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení [1]: 6–16 h, 1070 W

Větrání [1]: 0–24 h, 632 m³/h

Ostatní tepelné zdroje [1]: 7–11 h, 64910 W

Ostatní tepelné zdroje [2]: 11–14 h, 16225 W

Ostatní tepelné zdroje [3]: 14–16 h, 2250 W

Odpar vody: NE

Biologická produkce [1]: 5–15 h, 75 kg, počet osob: 10

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 11 h: Citelné teplo Max= 66657.35 W

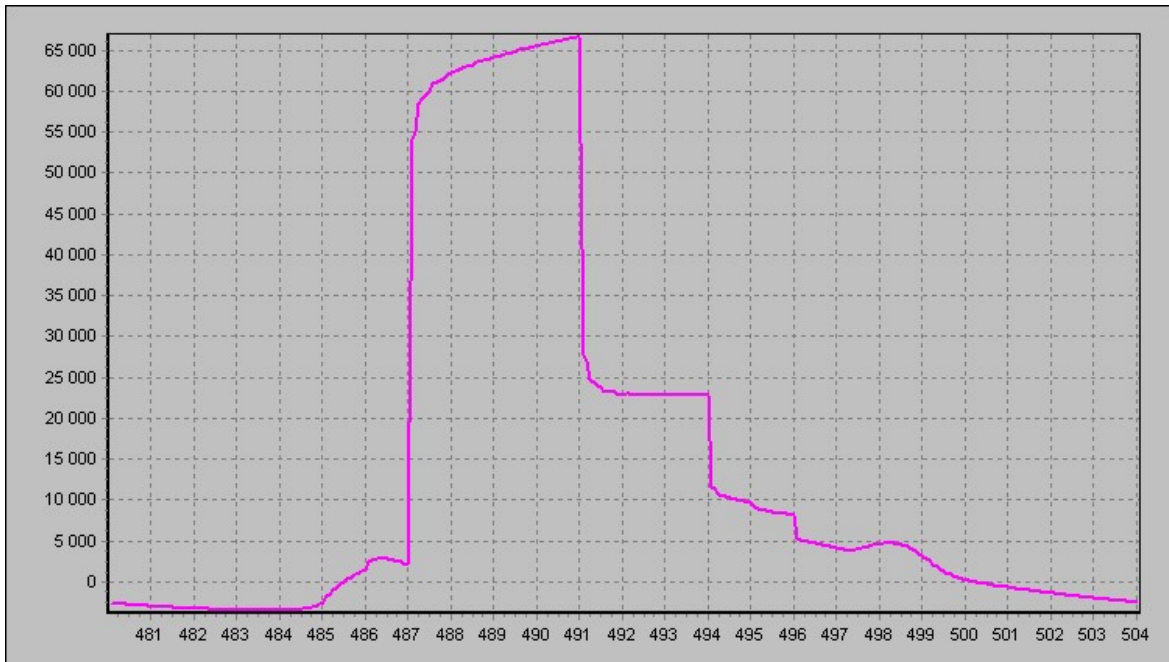
21.7. 3.42h: Citelné teplo Min= -3429.21 W

21.7. 11 h: Vázané teplo=0 W Měrná Tz = -27.48 W/K

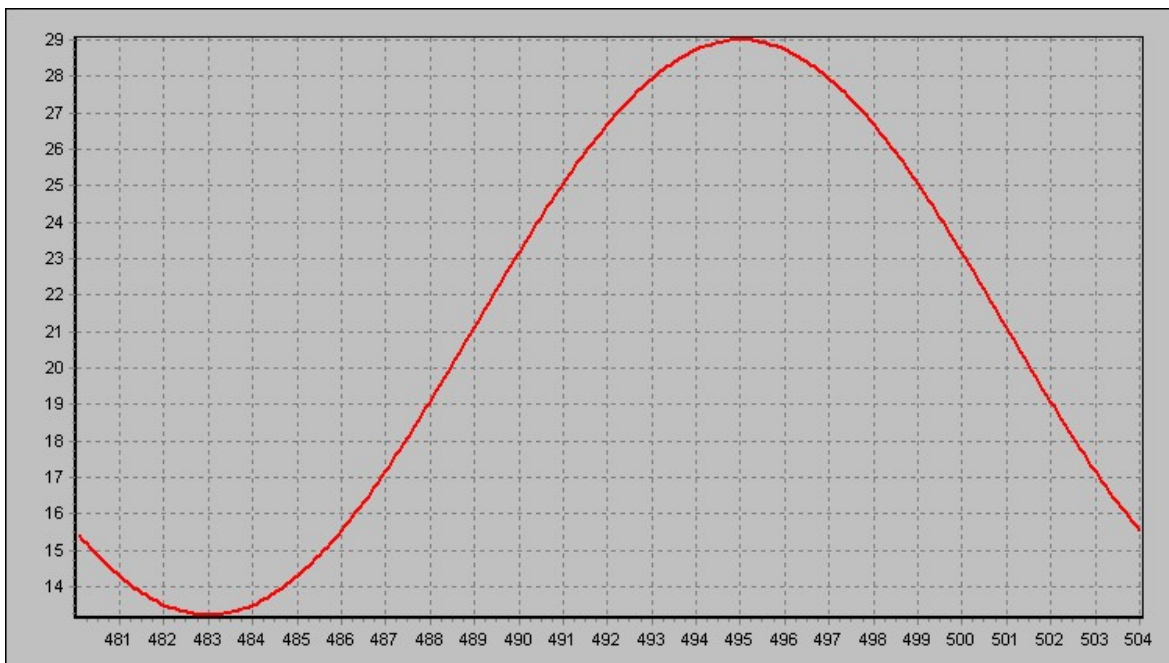
21.7. 11 h: Potřeba chladu = 360.45kWh Potřeba tepla = 21.61 kWh

Suma potřeby chladu = 360.45kWh

Suma potřeby tepla = 21.61kWh



Obr. 19 – průběh tepelné zátěže v průběhu dne



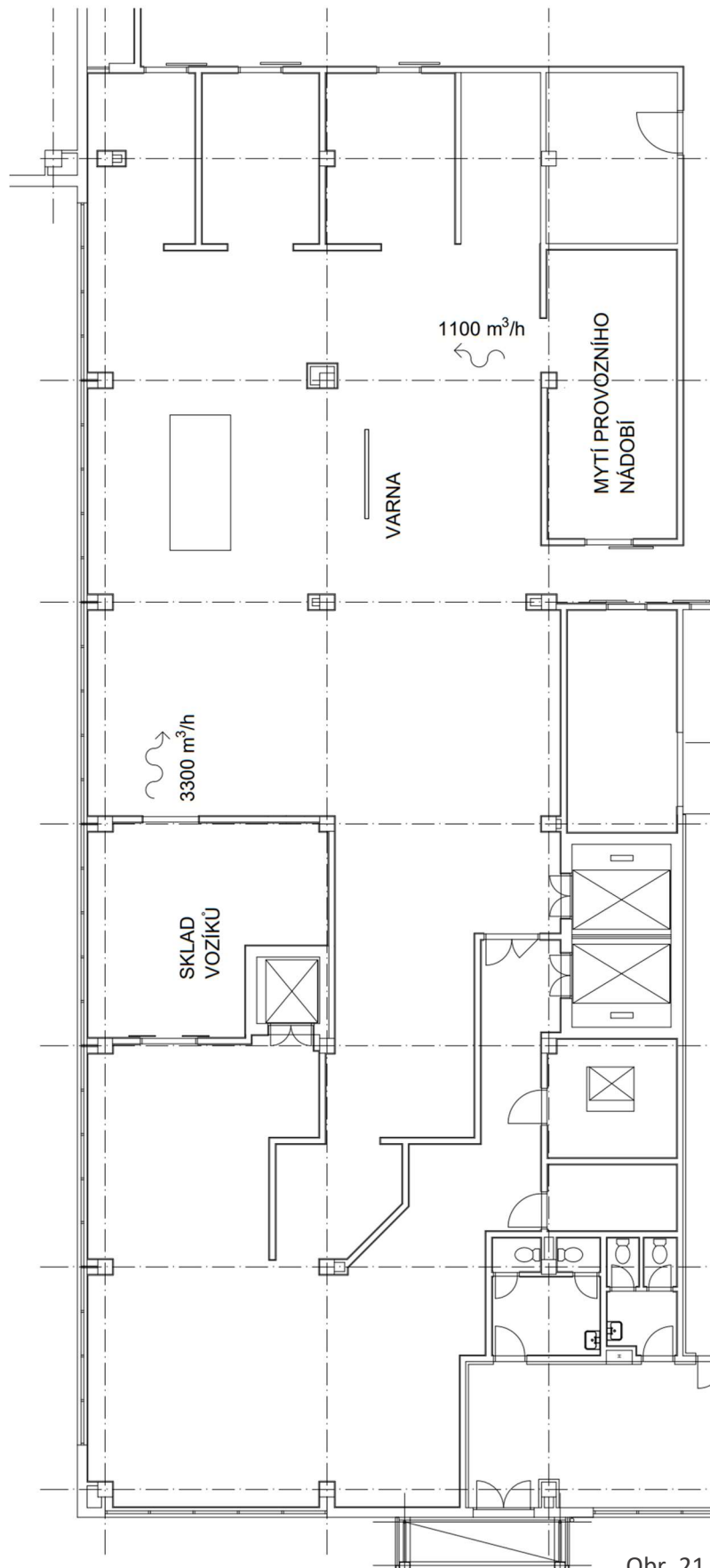
Obr. 20 – průběh venkovních teplot

3 VÝPOČET PRŮTOKU VZDUCHU

Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	ZADÁNÍ				PERSONÁL				VYPOČTENÉ HODNOTY				NÁVRH			
			PLOCHA [m ²]	SVĚTLÁ VÝŠKA M. [m]	POŽADOVANÁ VÝMĚNA VZDUCHU [h-1]	OBJEM MÍSTNOSTI [m ³]	POŽADOVANÝ PRŮTOK VZDUCHU [m ³ /h]	POČET OSOB	VZDUCH/OSOBA [m ³ /h]	VZD. NA PŘÍVOD ČERSTVÉHO VZDUCHU [m ³ /h]	TEPELNÉ ZTRÁTY [W]	TEPLOTA PŘÍVADĚNÉHO VZDUCHU t [°C]	ZIMA Δt[°C]	Φ [%]	VZD. NA KRYTÍ ZTRÁT [m ³ /h]	Δx [g/kg]	VÝMĚNA VZDUCHU [h-1]	PŘÍVOD VZDUCHU [m ³ /h]
1	232	ČISTÁ PŘÍPRAVA ZELENINY	13,7	3,55	8	49	389	1	50	50	32999	4897	0,4	30	32999		400	0
	233	PŘÍPRAVA MASA	14,9	3,55	8	53	423	1	50	50	32999	4897	0,4	30	32999		400	0
	234	PŘÍPRAVA TĚSTA	16,2	3,55	8	58	460	1	50	50	32999	4897	0,4	30	32999		450	1300
	239	MYTÍ PROVOZNIHO NÁDOBÍ	27,8	3,55	10	99	987	2	50	100	66657	18	6	55	32999		3000	2200
	241-243	VARNA	32,2	3,55	4	114	457	4	50	200							28300	29700
	244	SKLAD VOZÍKŮ	32,2	3,55	4	114	457	1	50	50							450	0
																	33000	33200

Tab. 10 – výpočet průtoku vzduchu

4 TLAKOVÉ POMĚRY



Obr. 21 – tlakové poměry

5 DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

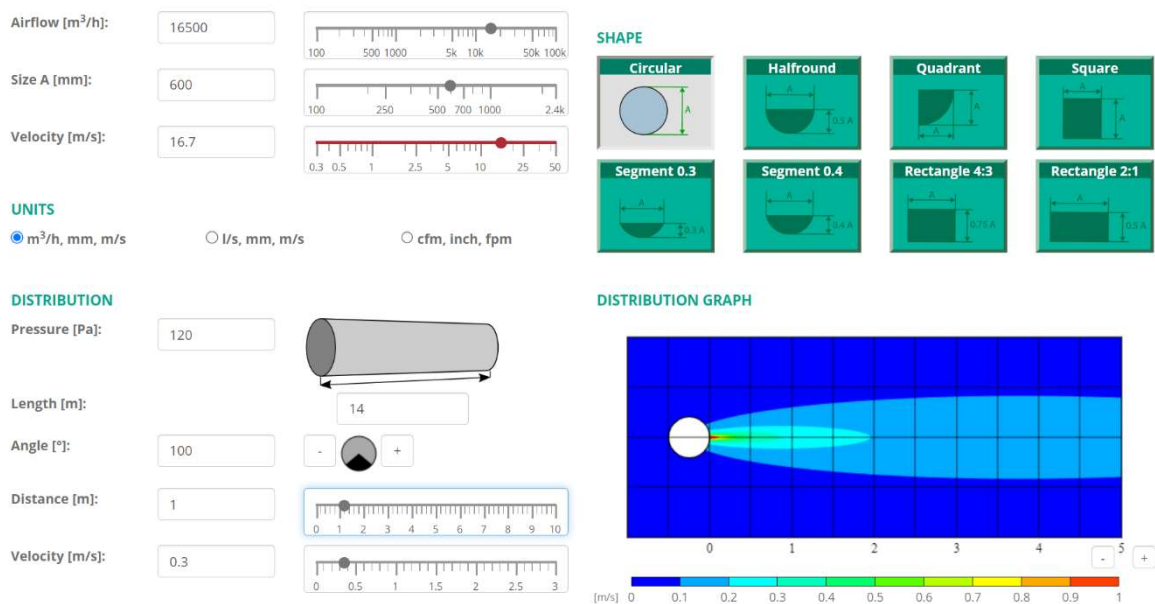
5.1 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ NA PŘÍVODU

Textilní vyústka

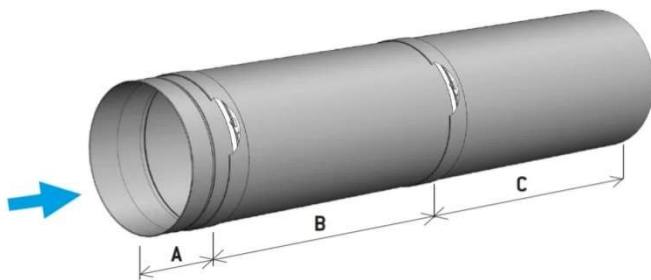
Z důvodu vysokých požadavků na průtok vzduchu byla do návrhu zakomponována textilní vyústka, která je rovněž schopna velký průtok vzduchu distribuovat rovnoměrně a snížit tak rychlost přiváděného vzduchu. Vysoká rychlost přiváděného vzduchu by mohla působit nepohodu pro zaměstnance kuchyně. Další výhodou je nízká akustická hladina hluku.

Návrh vyústky byl proveden pomocí softwaru na stránkách výrobce.

Návrh textilní vyústky:



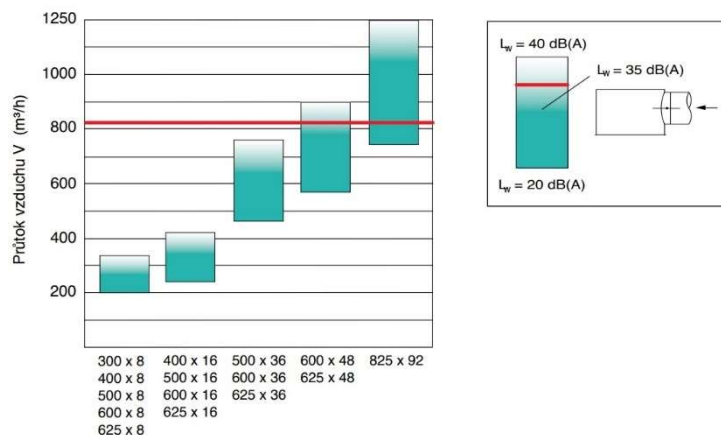
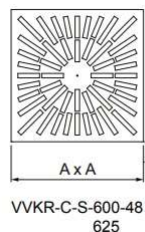
Obr. 22 – návrh textilní vyústky [14]



Obr. 23 – textilní vyústka [15]

Vířivý anemostat

Na veškerý přívodní vzduch, který nepokryje textilní výústka, byly navrženy vířivé anemostaty.



Obr. 24 – vířivý anemostat [16]

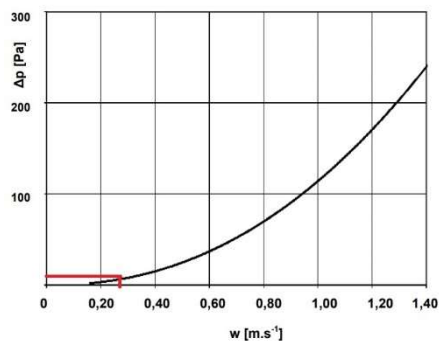
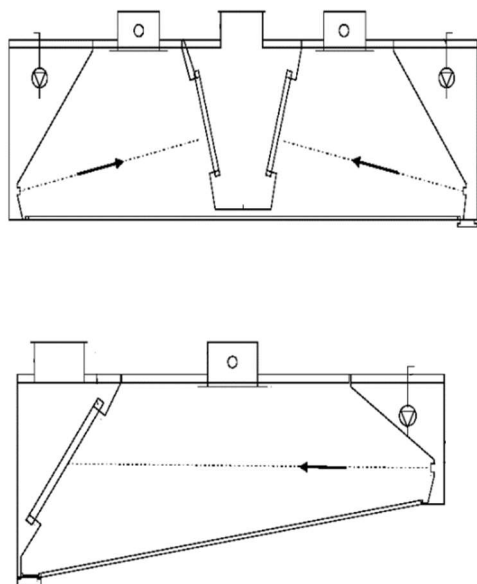
Obr. 25 – tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu vířivého anemostatu [17]

5.2 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ NA ODVODU

Indukční odsavač par

Indukční odsavač par z vnitřní strany tryská vzduch na odlučovače tuku na vnější straně konstrukce odsavače a strhává tak znečištěný vzduch proudící od varných technologií.

Z důvodu vyšší účinnosti jsou veškeré odsavače par navrženy jako indukční.



Tab. 1 Technické parametry ventilátoru

Hlučnost ventilátoru [dB]	52
Elektrické napětí [V]	230
Elektrický příkon [W]	46

Obr. 27 – tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu indukčního odsavače par [19]

Obr. 26 – indukční odsavač par [18]

Odtahový element s odlučovačem tuků

Na veškerý odvodní vzduch, který nepokryjí odsavače par, byly navrženy odtahové elementy s odlučovači tuků. Odtahové elementy budou zakomponovány v kazetovém podhledu v nerezovém rámečku.

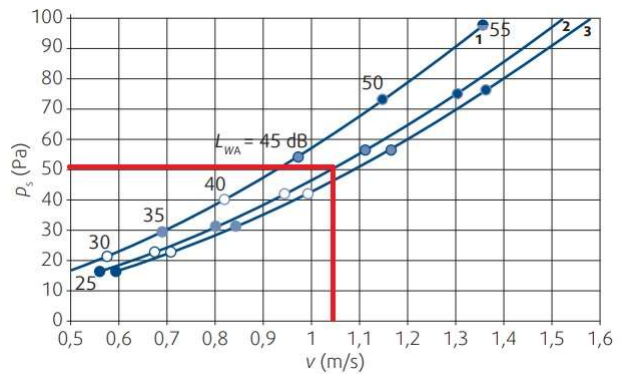
Součástí elementů je pletivová separační vložka a vana pro zachycení tuků.



Legenda

1. Rámeček
2. První separační vrstva, labyrintová (GL) nebo pletivová (GM-1)
3. Regulační klapka
4. Vana pro zachycení tuku
5. Druhá separační vrstva, pletivová (GM-2)

Obr. 28 – odtahový element s odlučovačem tuku [20]



Obr. 29 – tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu odtahového elementu s odlučovačem tuku [21]

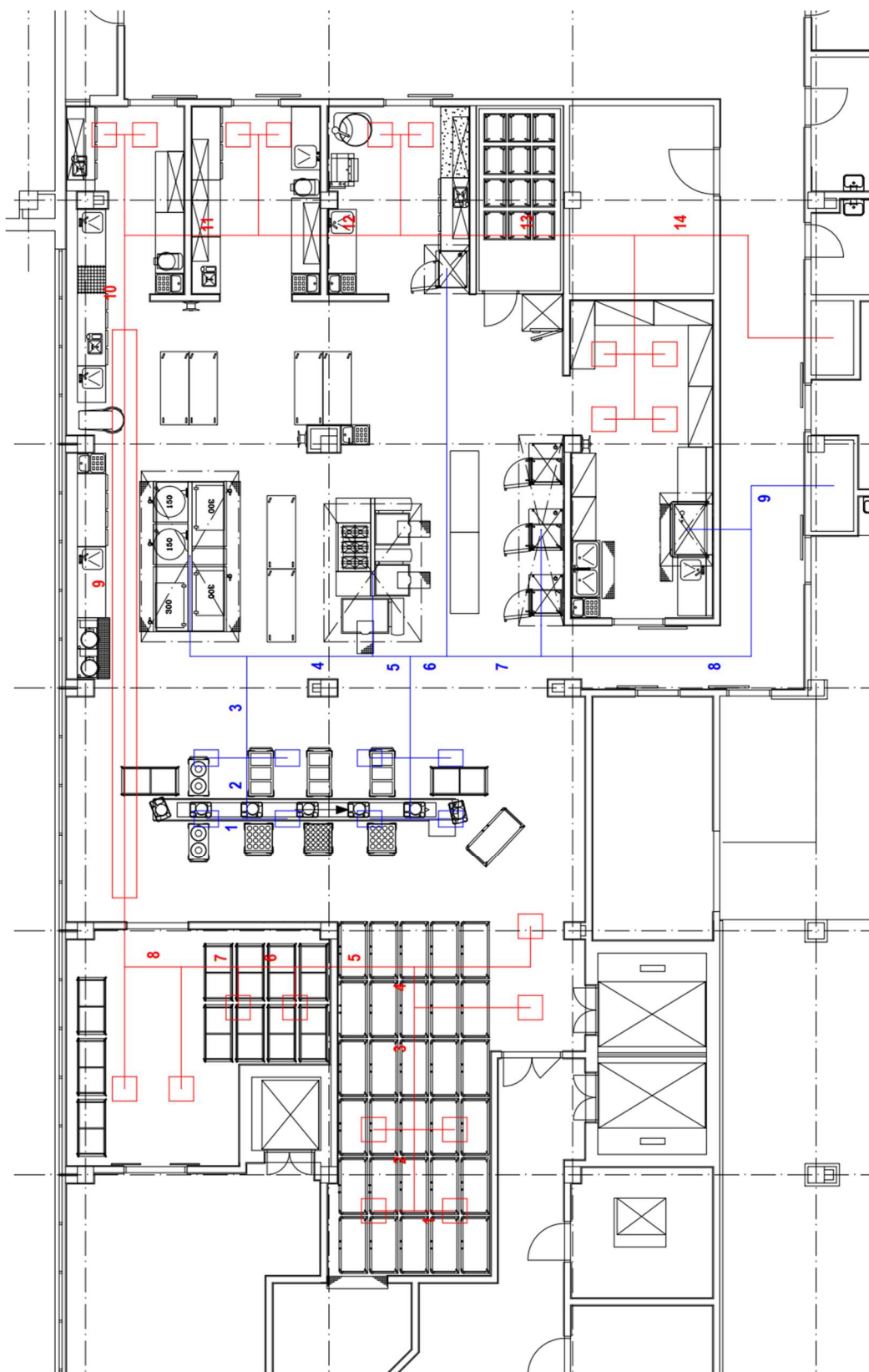
5.4 TABULKA DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ NA ODVODU

Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	ŠÍŘKA	DÉLKA	PLOCHA	RYCHLOST VZDUCHU ODHADOVANÁ	PRŮTOK VZDUCHU VÝPOČTOVÝ	PRŮTOK VZDUCHU NAVRHOVANÝ	RYCHLOST VZDUCHU NAVRHOVANÁ	Δp_c [Pa]	L _{wa} [dB(A)]	H [m]	Hz [m]
1	234	1. indukční VZT zakryt	1300	1800	2,34	0,25	2106	2200	0,26	38	52	2,2	1,8
	241-243	2. indukční VZT zakryt	1100	4700	5,17	0,25	4653	5000	0,27	38	52	2,2	1,8
	234	3. indukční VZT zakryt	1100	1200	1,32	0,25	1188	1300	0,27	38	52	2,2	1,8
	241-243	4. indukční VZT zakryt	2400	3400	8,16	0,25	7344	8000	0,27	38	52	2,2	1,8
	241-243	5. indukční VZT zakryt	2400	4200	10,08	0,25	9072	9500	0,26	38	52	2,2	1,8
	241-243	6. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	7. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	8. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	9. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	10. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	11. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	12. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
	241-243	13. odťah s odlučovačem tuku	600	400	0,24	0,6	518,4	900	1,04	43	41	2,8	1,8
							33200						

Tab. 12 – distribuční elementy odvodu

6 DIMENZE POTRUBÍ A EXTERNÍ TLAKOVÁ ZTRÁTA

6.1 JEDNOČAROVÉ ŘEŠENÍ POTRUBÍ



Obr. 30 – jednočarové řešení

6.2 DIMENZOVÁNÍ PŘÍVODNÍHO POTRUBÍ

HLAVNÍ TRASA - PŘÍVOD													
U	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m ²]	d' [m]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+RXL [Pa]
1	825	0,23	1	3	0,076	0,312	315 x 250	0,279	2,91	0,45	0	0,00	0,45
2	1650	0,46	2	3	0,153	0,441	400 x 250	0,308	4,58	1	0,9	9,45	11,45
3	3300	0,92	3	4	0,229	0,540	560 x 250	0,346	6,55	1,4	0,9	19,29	23,49
4	4125	1,15	1	4	0,286	0,604	630 x 250	0,358	7,28	1,4	0,6	15,88	17,28
5	4950	1,38	2,9	4	0,344	0,662	630 x 250	0,358	8,73	1,4	0,6	22,86	26,92
6	5775	1,60	1,4	5	0,321	0,639	710 x 250	0,370	9,04	2,1	0,6	24,50	27,44
7	6600	1,83	1,4	5	0,367	0,683	710 x 280	0,402	9,22	2,1	0,6	25,51	28,45
8	7425	2,06	1,4	5	0,413	0,725	800 x 280	0,415	9,21	2,1	0,6	25,43	28,37
9	8250	2,29	15,7	5	0,458	0,764	900 x 280	0,430*	9,09	2,1	0,9	37,21	70,18
10	24750	6,88	2,8	9,5	0,724	0,960	1000 x 710	0,847*	9,68	2,1	0,9	42,19	48,07
11	26400	7,33	3,3	10	0,733	0,966	1000 x 710	0,847*	10,33	2,1	1,2	64,01	70,94
12	28050	7,79	3,6	10,5	0,742	0,972	1000 x 710	0,847*	10,97	2,1	0,6	36,13	43,69
13	29700	8,25	5,75	11	0,750	0,977	1120 x 710	0,928*	10,37	2,1	0,3	16,15	28,22
14	33000	9,17	6,15	12	0,764	0,986	1120 x 710	0,928*	11,53	2,1	2,4	159,46	172,37
													597,35

VE DLEJŠÍ TRASY - PŘÍVOD													
U	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m ²]	d' [m]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+RXL [Pa]
13.1	1650	0,46	2	3	0,153	0,441	450 x 450	0,45	2,26				
13.2	3300	0,92	3,5	3	0,306	0,624	450 x 710	0,551	2,87				

Tab. 13 – dimenzování přívodního potrubí

6.3 DIMENZOVÁNÍ ODVODNÍHO POTRUBÍ

HLAVNÍ TRASA - ODVOD													
U	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m ²]	d' [m]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+RxL [Pa]
1	900	0,25	1	3	0,083	0,326	315 x 250	0,296	3,17	0,45	0,0	0,00	0,45
2	1800	0,50	1,5	3	0,167	0,461	500 x 400	0,444	2,50	0,45	0,9	2,81	3,49
3	3600	1,00	2,5	4	0,250	0,564	500 x 560	0,528	3,57	0,45	0,9	5,74	6,86
4	13100	3,64	3,1	6	0,606	0,879	1120 x 560	0,727*	5,80	0,67	0,9	15,15	17,22
5	21100	5,86	0,9	8,5	0,690	0,937	1120 x 630	0,794*	8,31	2,10	0,6	20,70	22,59
6	24700	6,86	0,9	9,5	0,722	0,959	1120 x 630	0,794*	9,72	2,10	0,3	14,18	16,07
7	26000	7,22	2,33	10	0,722	0,959	1120 x 630	0,794*	10,24	2,10	0,3	15,72	20,61
8	31000	8,61	8,3	11	0,783	0,998	1120 x 710	0,927*	10,83	2,10	1,2	70,36	87,79
9	33200	9,22	2,9	12	0,769	0,989	1120 x 710	0,927*	11,60	2,10	1,5	100,87	106,96
													282,05

VEDELEJŠÍ TRASY - ODVOD													
U	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m ²]	d' [m]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+RxL [Pa]
Od indukčního zákrytu č.5													
4.1	9500	2,64	2,8	6	0,440	0,748	800 x 560	0,659	5,89				
Od indukčního zákrytu č.4													
5.1	8000	2,22	1,4	6	0,370	0,687	560 x 630	0,593	6,30				
Od odtaňů č.6,7,8,9													
6.1	1800	0,50	1,5	3	0,167	0,461	500 x 400	0,444	2,50				
6.2	3600	1,00	2,5	4	0,250	0,564	500 x 630	0,558	3,17				
Od indukčního zákrytu č.3													
7.1	1300	0,36	8,9	4	0,090	0,339	250 x 500	0,333	2,89				
Od indukčního zákrytu č.2													
8.1	5000	1,39	9,5	4	0,347	0,665	500 x 710	0,587	3,91				
Od indukčního zákrytu č.1													
9.1	2200	0,61	1,6	4	0,153	0,441	280 x 710	0,402	3,07				

Tab. 14 – dimenzování odvodního potrubí

6.4 EXTERNÍ TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ

Externí tlaková ztráta potrubní sítě je částečně vypočítaná a částečně odhadovaná celková tlaková ztráta potrubí před VZT jednotkou.

Pro tlakovou ztrátu v potrubí ve strojovně a pro svislé potrubí je předpokládán odhad 50 % z tlakové ztráty vypočítané z jednočarového řešení.

Ostatní tlakové ztráty pro jednotlivé prvky potrubní sítě jsou předpokládány podle průzkumu dostupných výrobků.

	PŘÍVOD	ODVOD
Δp_{ext} [pa]	597	282
Δp_{stroj} [pa]	299	141
tlumič hluku - sání	40	40
tlumič hluku - tlak [pa]	40	40
žaluzie [pa]	50	50
regulační klapka [pa]	30	30
pož. klapka [pa]	25	25
konc. distr. element [pa]	37,5	43
SUMA Δp_{ext} [pa]	1119	651
V [m ³ /h]	33000	33200

Tab. 15 – externí tlaková ztráta potrubí

7 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Návrh VZT jednotky byl proveden v softwaru AeroCAD.

Výkonová řada jednotky je navržena REMAK X 2424; rozměrová řada je 27/12. Jednotka je s ventilátory s oběžným kolem na přívodu 2 x 18.5 kW - 35 A a na odvodu 2 x 11 kW - 21.4 A.

Třída filtrace na přívodu – M5 (ePM10 60 %) - F7 (ePM2.5 65 %)

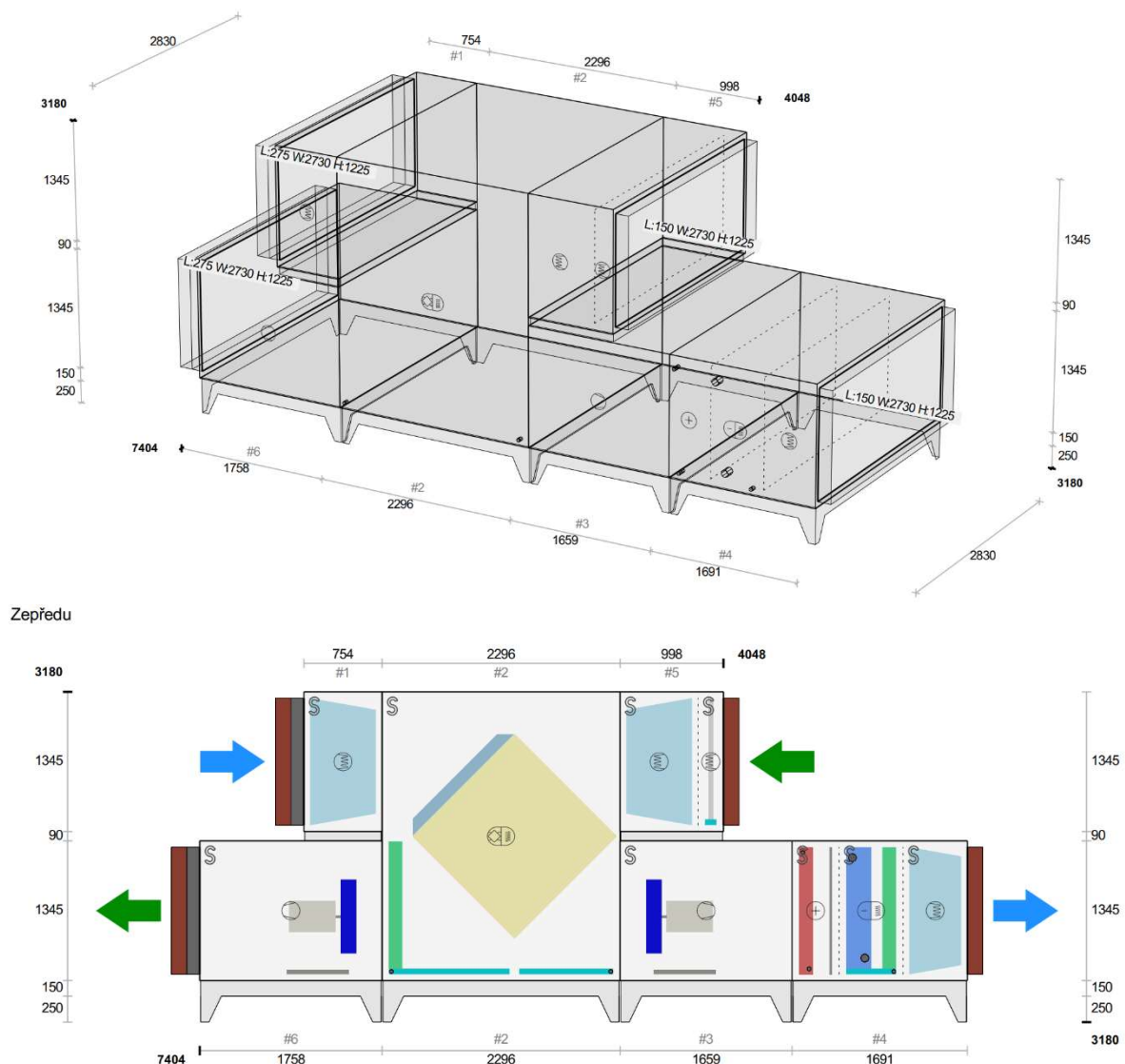
Třída filtrace na odvodu – G3 (Coarse 40 %) - M5 (ePM10 60 %)

Upravená teplota vzduchu pro přívod v letním období: 26 °C

Upravená teplota vzduchu pro přívod v zimním období: 20,4 °C

Navrhovaná jednotka je uvažovaná bez ECO DESIGN z důvodu úspory pořizovacích financí.

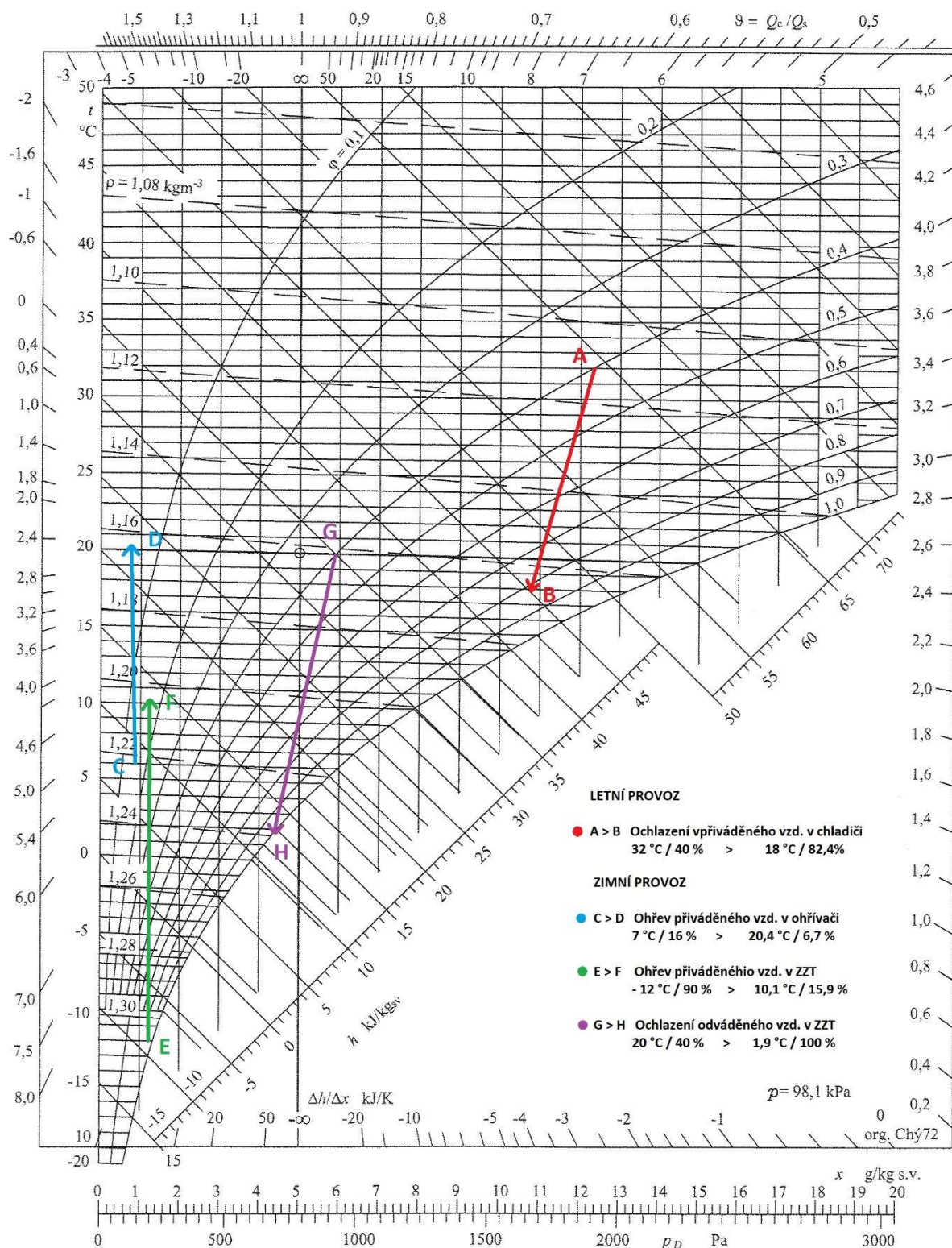
7.1 VÝSTUPNÍ SCHÉMA Z AEROCAD



Obr. 31 – schéma navržené VZT jednotky

7.2 HX – DIAGRAM ZAŘÍZENÍ Č.1

ZAŘÍZENÍ Č.1



Obr. 32 – hx – diagram úpravy vzduchu VZT jednotkou

8 NÁVRH ÚTLUMU HLUKU

Do zařízení č.1 jsou uvažovány 4 kulisové tlumiče hluku.

Kulisy tlumiče jsou tvořeny oboustranně žárově pozinkovaným plechem a tlumicí materiál kulisy je minerální vata s lisovanou tkaninou. Teplotní odolnost tlumičů je dlouhodobé působení teplot od -20 °C až 80 °C nebo krátkodobě -40 °C až 100 °C.

Dalším opatřením pro útlum hluku je ohebné potrubí Sonoflex, které tlumí hluk lokálně před distribučními elementy a akustická protidešťová žaluzie, která nezvyšuje hladinu akustického tlaku směřující do prostoru exteriéru.

Pro lepší akustické vlastnosti jsou tvarovky nejbližší ve strojovně navrženy s ostrými hranami. To zajistí menší přenos akustického tlaku potrubím z VZT jednotky do okolního prostředí.



Obr. 33 – kulisový tlumič hluku [22]

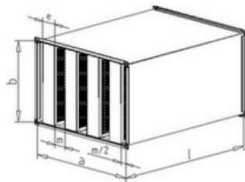
8.1 Návrh tlumičů hluku do interiéru

VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulíšový

číslo pozice:
Přívod - výtlak

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 1120 mm

výška tlumiče:
b = 710 mm

délka tlumiče:
l = 2500 mm

náběhové hrany:
ne

šířka kulisy:
e = 100 mm

počet kulis:
g = 5

průtočná mezera:
m = 124 mm

odtokové hrany:
ne

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 33000 m³/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
63 Hz 500 Hz 5000 Hz

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	66	76	84	87	86	82	74	65	91

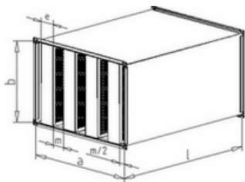
Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulíšový

číslo pozice:
Odvod - sání

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 1120 mm

výška tlumiče:
b = 710 mm

délka tlumiče:
l = 1500 mm

náběhové hrany:
ne

šířka kulisy:
e = 100 mm

počet kulis:
g = 5

průtočná mezera:
m = 124 mm

odtokové hrany:
ne

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 33200 m³/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
63 Hz 500 Hz 5000 Hz

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

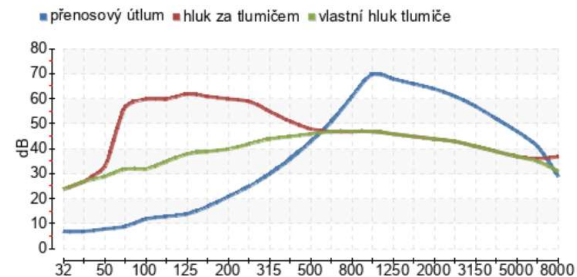
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	47	64	66	64	65	61	56	50	71

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

VÝSLEDNÉ HODNOTY

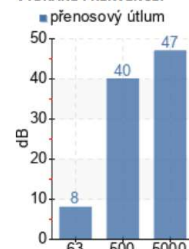
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	7	9	14	25	43	70	64	52	29	-
vlastní hluk tlumiče:	24	32	38	42	46	47	44	39	31	52
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	24	57	62	59	48	47	44	39	37	65

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta: 241 Pa

plocha tlumiče: 0.8 m²

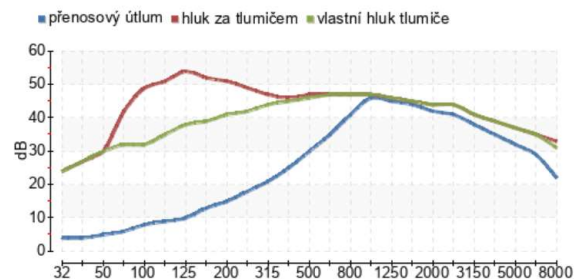
RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu: 11.5 m/s

ve volné ploše: 20.8 m/s

VÝSLEDNÉ HODNOTY

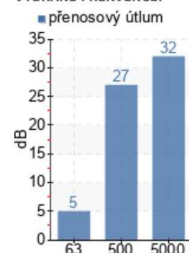
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	4	6	10	18	30	46	42	35	22	-
vlastní hluk tlumiče:	24	32	38	42	46	47	44	39	31	52
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	24	42	54	49	47	47	44	39	33	57

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta: 191 Pa

plocha tlumiče: 0.8 m²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu: 11.6 m/s

ve volné ploše: 21 m/s

Obr. 34 – návrh tlumičů hluku do interiéru

8.2 Posouzení tlumičů hluku do interiéru

ODVOD VZDUCHU – SÁNÍ (do interiéru)											
HLUK	ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI									
		frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
	L _{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje	47	64	66	64	65	61	56	50	71
		hluk tlumiče hluku	32	38	52	46	47	44	39	31	55
L _w	Součet hluku	47	64	66	64	65	61	56	50	72	
TLUMENÍ		Útlum zvukově izolačním potrubím									
		útlum tlumič hluku	6	10	18	30	46	42	35	22	
	L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	41	54	48	34	19	19	21	28	55
VÝPOČET	L _{vy}	Hladina akustického výkonu digestoře								52	
	L _{w,v,o}	Hladina ak. výkonu za digestoří								57	
	K	Korekce na počet digestoří					počet digestoří:	1	0		
	L _{w1,o}	Hladina akustického výkonu všech digestoří								57	
Navrhovaný tlumič – Kulisový, 1120 x 710, 5x kulisa tl. 100 mm, délka tlumiče = 1500 mm											

Tab. 16 – posouzení tlumičů hluku – odvod z interiéru

PŘÍVOD VZDUCHU – VÝTLAK (do interiéru)											
HLUK	ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI									
		frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
	L _{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje	66	76	84	87	86	82	74	65	91
	L _w	hluk tlumiče hluku	32	38	42	46	47	44	39	31	52
		Součet hluku	66	76	84	87	86	82	74	65	91
TLUMENÍ		Útlum zvukově izolačním potrubím	10,5	17	19	16	12,5	8	11,5	7	
		útlum tlumič hluku	9	14	25	43	70	64	52	29	
	L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	47	45	40	28	4	10	11	29	49
VÝPOČET	L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									37,5
	L _{w,v,p}	Hladina ak. výkonu za vyústkou									50
	K	Korekce na počet vyústek					počet vyústek:	4			6
	L _{w1,p}	Hladina akustického výkonu všech vyústek									56
Navrhovaný tlumič – Kulisový, 1120 x 710, 5x kulisa tl. 100 mm, délka tlumiče = 2500 mm											

Tab. 17 – posouzení tlumičů hluku – přívod do interiéru

HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU V INTERIÉRU			
POSOUZENÍ	L _{w,s}	Vliv přívodního i odvodního potrubí	59
	α	Součinitel pohltivosti	0,2
	A ₁	Plocha všech povrchů v místnosti	225
	A	Pohltivá plocha místnosti	45
	Q	Směrový činitel	2
	r	Vzdálenost od vyústky k posluchačovi	2
	L _p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače	50
	L _{p,N}	Povolená hladina akustického tlaku v místě posluchače	50
VYHODNOCENÍ: L _p = 50 dB < L _{p,N} = 50 dB			
VYHOVUJE			

Tab. 18 – hladina akustického tlaku v interiéru

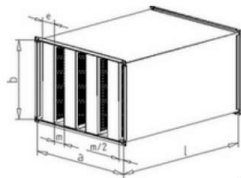
8.3 Návrh tlumičů hluku do exteriéru

VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Přívod - sání

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 1120 mm

výška tlumiče:
b = 1250 mm

délka tlumiče:
l = 2000 mm

náběhové hrany:
ne

šířka kulisy:
e = 100 mm

počet kulis:
g = 5

průtočná mezera:
m = 124 mm

odtokové hrany:
ne

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 33000 m³/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
63 Hz 500 Hz 5000 Hz

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

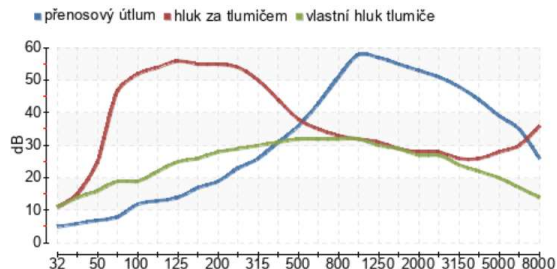
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	55	70	77	73	76	73	68	61	82

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

VÝSLEDNÉ HODNOTY

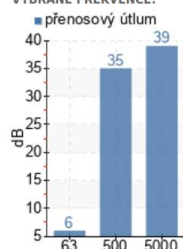
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	5	8	14	23	36	58	53	44	26	-
vlastní hluk tlumiče:	11	19	25	29	32	32	27	22	14	37
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	11	47	56	54	38	32	28	26	36	59

VYBRANÉ FREKVENCE:



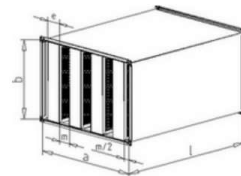
TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:		
tlaková ztráta:	69	Pa
plocha tlumiče:	1.4	m ²
RYCHLOST PROUDĚNÍ:		
v celkovém průřezu:	6.5	m/s
ve volné ploše:	11.8	m/s

VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Odvod - výtlak

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 1120 mm

výška tlumiče:
b = 1250 mm

délka tlumiče:
l = 1500 mm

náběhové hrany:
ne

šířka kulisy:
e = 100 mm

počet kulis:
g = 6

průtočná mezera:
m = 86.6666666666667 mm

odtokové hrany:
ne

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 33200 m³/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
63 Hz 500 Hz 5000 Hz

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

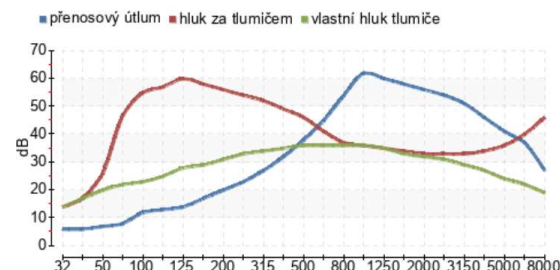
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	55	74	77	84	84	84	79	73	90

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

VÝSLEDNÉ HODNOTY

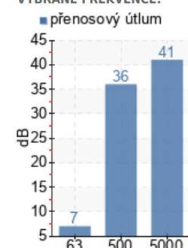
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	6	8	14	23	38	62	56	46	27	-
vlastní hluk tlumiče:	14	22	28	33	36	36	32	27	19	41
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	14	47	60	54	46	36	33	34	46	61

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:		
tlaková ztráta:	119	Pa
plocha tlumiče:	1.4	m ²
RYCHLOST PROUDĚNÍ:		
v celkovém průřezu:	6.6	m/s
ve volné ploše:	14.2	m/s

Obr. 35 – návrh tlumičů hluku do exteriéru

8.4 Posouzení tlumičů hluku do exteriéru

ODVOD VZDUCHU – VÝTLAK (do exteriéru)											
HLUK	ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI									
		frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
	L _{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje	55	74	77	84	84	84	79	73	90
		hluk tlumiče hluku	22	28	33	36	36	32	27	19	41
	L _w	Součet hluku	55	74	77	84	84	84	79	73	90
		útlum tlumič hluku	8	14	23	38	62	56	46	27	
	L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	47	60	54	46	22	28	33	46	61
VÝPOČET	L _{vy}	Hladina akustického výkonu žaluzie									44
	L _{w,v,o}	Hladina ak. výkonu za digestoří									61
	L _{w1,o}	Hladina akustického výkonu všech žaluzií									61
Navrhovaný tlumič – Kulisový, 1120 x 1250, 6x kulisa tl. 100 mm, délka tlumiče = 1500 mm											

Tab. 19 – posouzení tlumičů hluku – odvod do exteriéru

PŘÍVOD VZDUCHU – SÁNÍ (do exteriéru)											
HLUK	ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI									
		frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
	L _{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje	55	70	77	73	76	73	68	61	82
		hluk tlumiče hluku	19	25	29	32	32	27	22	14	37
L _w	Součet hluku	55	70	77	73	76	73	68	61	82	
		útlum tlumič hluku	8	14	23	36	58	53	44	26	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	47	56	54	37	18	20	24	35	59	
VÝPOČET	L _{vy}	Hladina akustického výkonu žaluzie									32
	L _{w,v,p}	Hladina ak. výkonu za výústkou									59
	L _{w1,p}	Hladina akustického výkonu všech výústek									59
Navrhovaný tlumič – Kulisový, 1120 x 1250, 5x kulisa tl. 100 mm, délka tlumiče = 2000 mm											

Tab. 20 – posouzení tlumičů hluku – přívod z exteriéru

HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU V EXTERIÉRU			
POSOUZENÍ	L _{w,s}	Vliv přívodního i odvodního potrubí	63
	Q	Směrový činitel	2
	r	Vzdálenost od výústky k posluchačovi	4
	L _p	Hladina akustického tlaku v místě posluchače	43
	L _{p,N}	Povolená hladina akustického tlaku v místě posluchače	50
		VYHODNOCENÍ: $L_p = 43 \text{ dB} < L_{p,N} = 50 \text{ dB}$	
VYHOVUJE			

Tab. 21 – hladina akustického tlaku v exteriéru

9 NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE

Izolace čtyřhranného potrubí

Veškeré čtyřhranné potrubí bude izolováno kamennou vlnou s Al polepem. Spoje izolace budou přelepeny Al páskou. Izolace bude provedena z Larock 40 ALS nebo Larock 60 ALS

$$\lambda = 0,050 \text{ [W/m.K]}$$

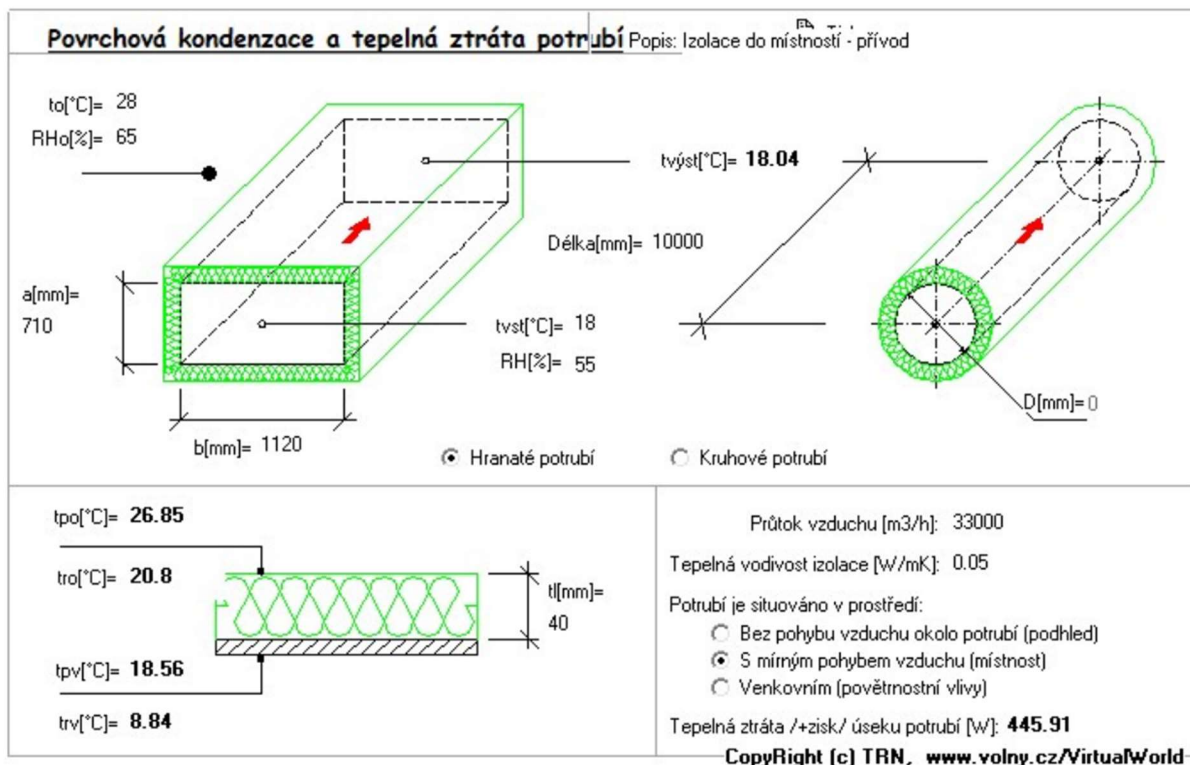
Izolace kruhového potrubí

Izolace ohebného potrubí Sonoflex bude tl. 25 mm a bude dodáno již izolované od výrobce.



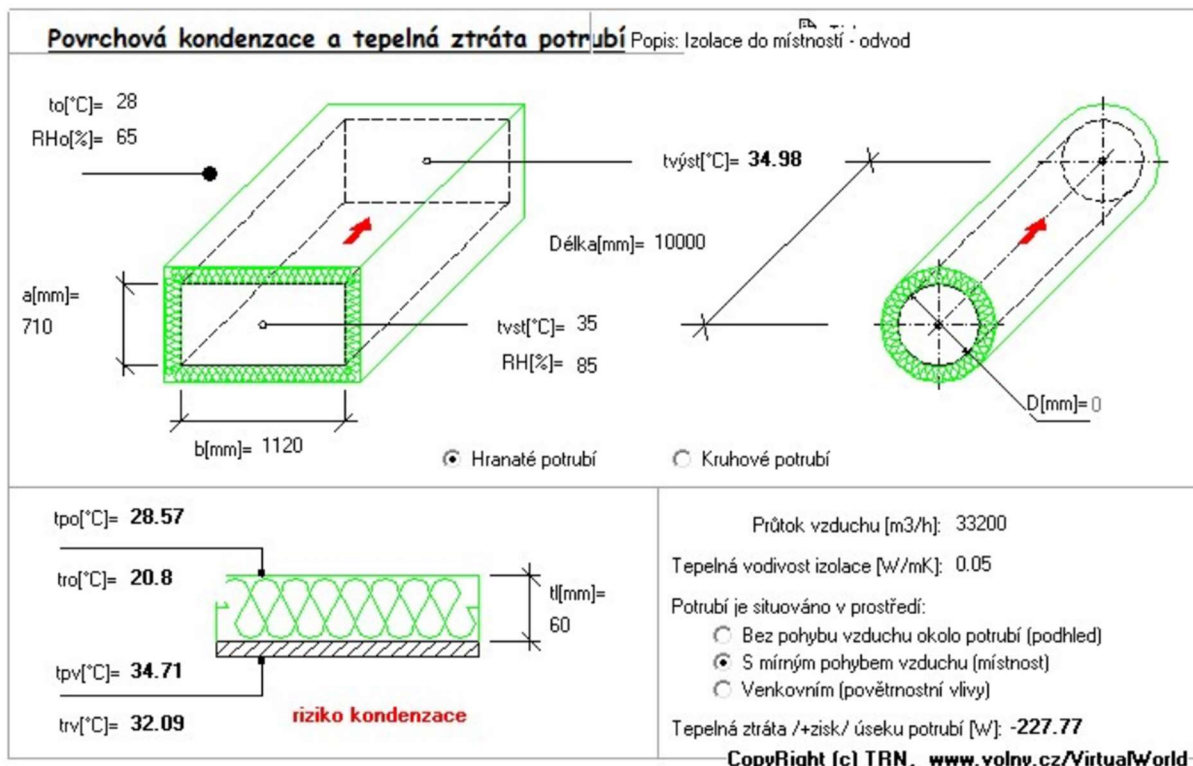
Obr. 36 – ohebné potrubí sonoflex [23]

9.1 POSUDEK TEPELNÉ IZOLACE DO MÍSTNOSTÍ – PŘÍVOD



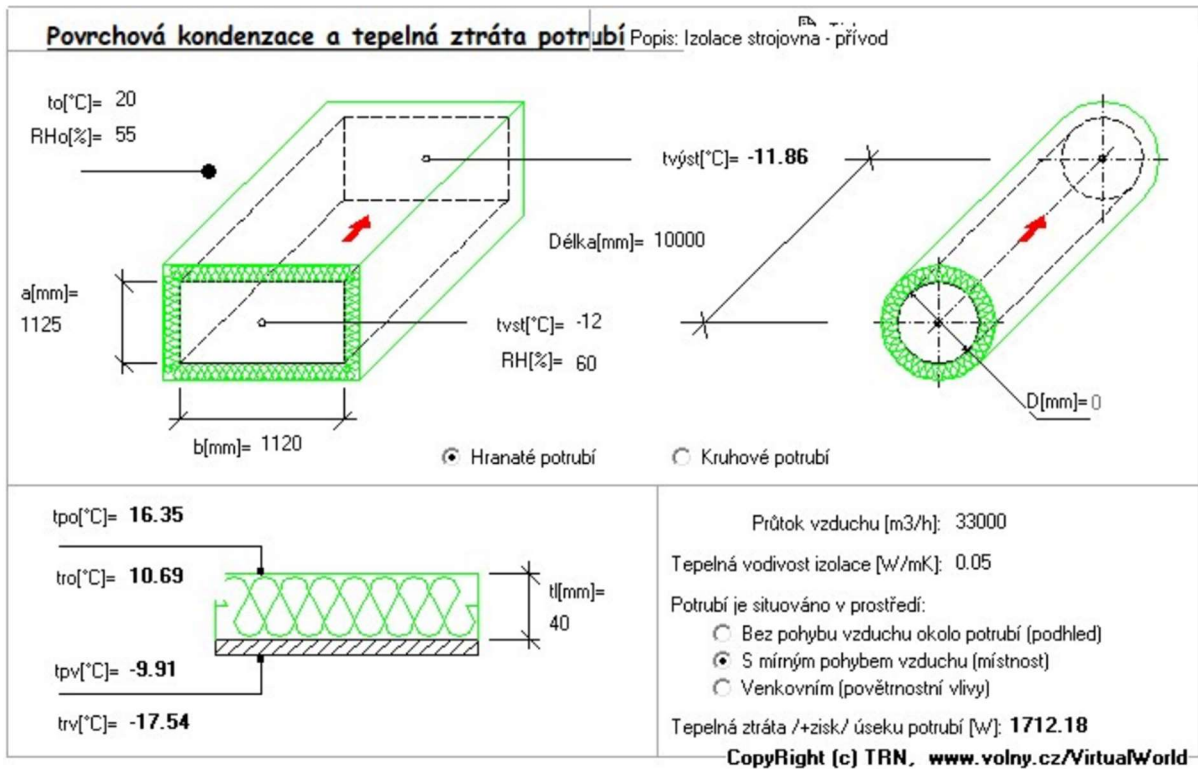
Obr. 37 – posouzení tepelné izolace do místnosti – přívod

9.2 POSUDEK TEPELNÉ IZOLACE DO MÍSTNOSTÍ – ODVOD



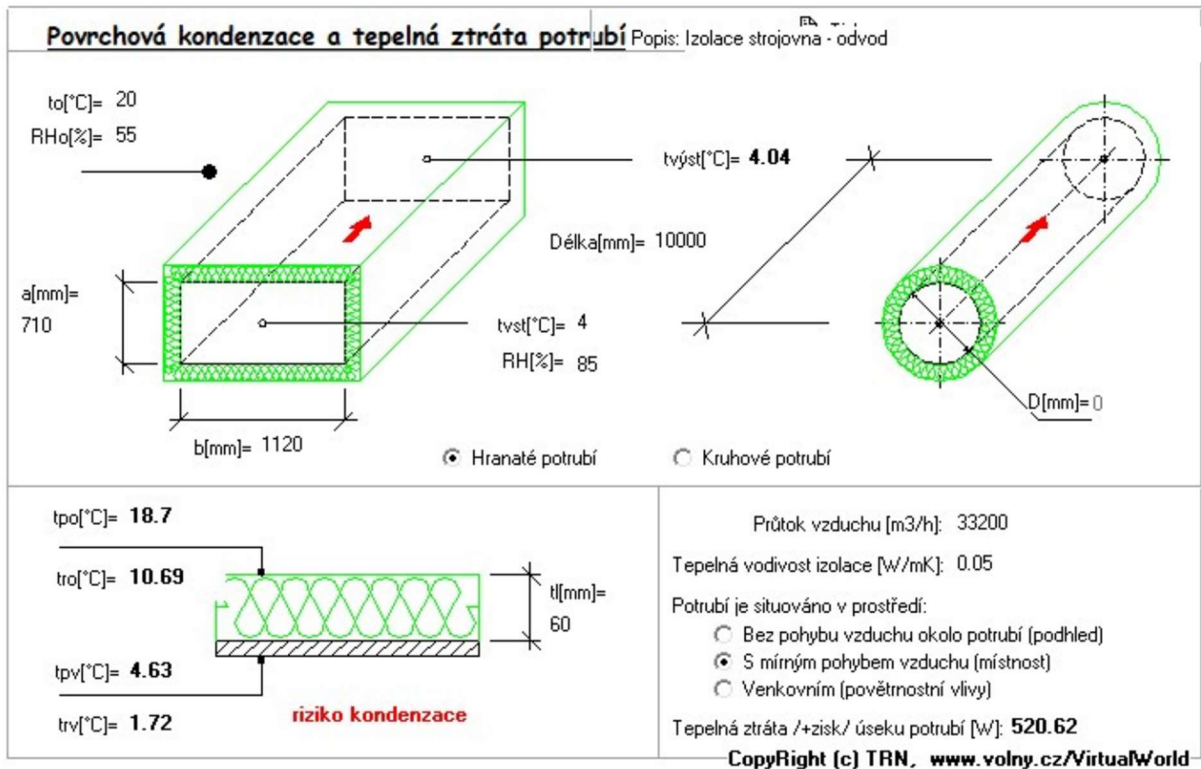
Obr. 38 – posouzení tepelné izolace do místnosti – odvod

9.3 POSUDEK TEPELNÉ IZOLACE VE STROJOVNĚ – PŘÍVOD



Obr. 39 – posouzení tepelné izolace ve strojovně – přívod

9.4 POSUDEK TEPELNÉ IZOLACE VE STROJOVNĚ – ODVOD



Obr. 40 – posouzení tepelné izolace ve strojovně – odvod

10 NÁVRH PROTIDEŠŤOVÉ ŽALUZIE

Protidešťové žaluzie slouží jako ochranný prvek proti pronikání deště, listů nebo živočichů do systému VZT.

Protidešťové žaluzie jsou navrženy jako akustické z důvodu splnění maximální hladiny akustického hluku ve vnějším prostředí.

Aby byly zajištěny správné akustické vlastnosti je nutné dodržení rozměrů žaluzií dle prováděcího projektu.



Obr. 41 – akustická protidešťová žaluzie [24]

Nominal sizes	300 × 450 to 1800 × 2250 mm
Width subdivided	Up to 3600 mm
Height subdivided	Up to 4500 mm
Volume flow rate range (undivided construction)	185 – 6770 l/s at 1.75 m/s
Volume flow rate range (undivided construction)	666 – 24372 m ³ /h at 1.75 m/s
Total differential pressure – exhaust air (single louvre)	30 – 100 Pa at 1.75 m/s (depending on height)
Total differential pressure – fresh air (single louvre)	25 – 75 Pa at 1.75 m/s (depending on height)

v	v _i	Installation type							
		A		B		C		D	
		Δp _t Pa	L _{WA} dB(A)	Δp _t Pa	L _{WA} dB(A)	Δp _t Pa	L _{WA} dB(A)	Δp _t Pa	L _{WA} dB(A)
1.5	0.2 – 0.4	2	<15	2	<15	2	<15	1	<15
2	0.2 – 0.6	4	<15	4	<15	4	<15	4	<15
4	0.4 – 1.2	18	32	14	28	18	29	14	27
6	0.7 – 1.7	40	44	30	40	40	41	28	39
8	0.9 – 2.3	70	52	50	48	65	49	50	47
10	1.1 – 2.9	110	58	80	54	105	55	75	53

Obr. 42 – stanovení tlakové ztráty a akustického hluku protidešťových žaluzií [25]

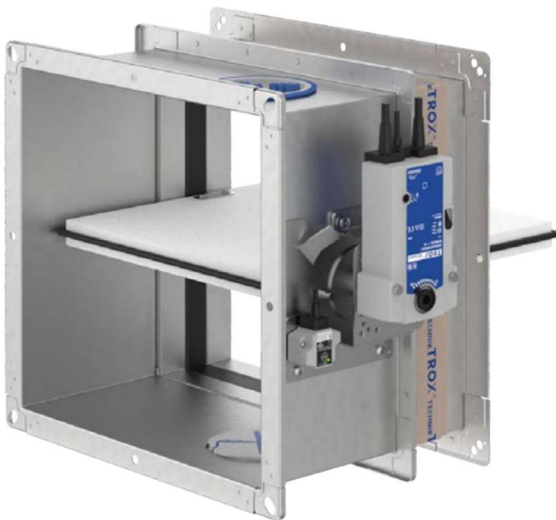
11 NÁVRH POŽÁRNÍCH KLAPEK

Při průchodu potrubí přes požární úsek (ve stoupacím potrubí ze strojovny do 2.NP) budou instalovány požární klapky TROX Technik.

Vybavení požárních klapek:

- Elektrický servopohon 24 V / 230 V
- Spouštěcí teplota 72/95 °C
- Detektory kouře

Třída požární odolnosti až EI 120 (ve , ho , i ↔ o) S podle ČSN EN 13501-3



Obr. 43 – požární klapka [26]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST C – PROJEKT

PART C – PROJECT OF AIR CONDITIONING OF KITCHEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Patrik Raftopoulos

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

BRNO 2024

C1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

1 ÚVOD

Předmětem prováděcí dokumentace je návrh teplovzdušného vytápění varny kuchyně a mytí provozního nádobí v nemocničním stravovacím zařízení.

1.1 Podklady pro zpracování

Hlavním podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly slepé matrice půdorysů a řez v elektronické podobě.

Součástí podkladů byly rovněž zákony, české technické normy, prováděcí vyhlášky, software a podklady výrobců:

- ČSN EN ISO 16890-1 – Vzduchové filtry pro všeobecné větrání
- Vyhláška č.6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb
- Nařízení č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví a před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb
- Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.
- ČSN 12 7010 - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN EN ISO 52017-1 – Energetická náročnost budov – Citelné a latentní tepelné zatížení a vnitřní teploty
- REMAK a.s. – podklady od výrobce, návrhový software AeroCAD
- TERUNA – návrhový software
- SystemAIR – podklady výrobce
- PŘÍHODA – návrhový software a podklady výrobce
- OK Vent, a.s. – návrhový software a podklady výrobce
- ROCKWOOL, a.s. – podklady výrobce

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo stavby:	Brno – venkov
Nadmořská výška stavby:	240 m.n.m.
Teplota vzduchu v létě:	31,0 °C
Teplota vzduchu v zimě:	-13,0 °C
Entalpie v létě:	51 kJ/kg

1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

VZT zařízení č.1 bylo navrženo jako jediný zdroj pro vytápění a chlazení varny. Rovněž zajišťuje požadovanou výměnu vzduchu při mírném podtlaku.

V hodinách od 6:00 do 22:00 nepřesáhne hladina hluku ve vnitřním ani venkovním prostředí hodnotu 50 dB.

Noční provoz zařízení není uvažován.

Parametry upraveného vzduchu pro zařízení č.1:

- Teplota vzduchu v interiéru v létě: 26,0 °C
- Vlhkost vzduchu v interiéru v létě: 55 %
- Teplota vzduchu v interiéru v zimě: 20,0 °C
- Vlhkost vzduchu v interiéru v zimě: 30 %

2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Objekt je rozdělen do čtyř funkčních celků. Pro každý z těchto funkčních celků je uvažována samostatná VZT jednotka s vlastním návrhem provozu zařízení.

Předmětem projektové dokumentace a návrhu VZT je pouze 1. funkční celek: Varna kuchyně ve stravovacím zařízení nemocnice.

Varna kuchyně je teplovzdušně vytápěná a zároveň pokrývá potřeby větrání a lokálního odvodu vodních par od varných technologií.

VZT jednotka zařízení č.1 bude řízena samostatným systémem MaR.

2.1 Hygienické větrání

Z důvodu potřeby na vysoké průtoky vzduchu z důvodu chlazení prostor v letním období jsou zároveň splněny požadavky pro minimální výměnu vzduchu v místnostech.

Zároveň byly splněny minimální rychlosti průtoků vzduchu na ústí odsavačů par pro zajištění správné funkce a zamezení úniku znečištěných par od prostorů varny.

Při návrhu byly uvažovány následující podmínky:

- Maximální přípustná hladina akustického tlaku na pracovišti = 50 dB
- Minimální rychlost proudění vzduchu na hraně ústí odsavače par = 0,25 m/s
- Minimální dávka vzduchu na pracovníka kuchyně: 50 m³/osoba
- Prostory varny jsou v mírném podtlaku z důvodu zamezení unikání znečištěného vzduchu do jiných funkčních celků
- Prostor mytí provozního nádobí je oproti varně v přetlaku z důvodu zamezení kontaminace nádobí znečištěným vzduchem
- 2 stupně filtrace pro přiváděný vzduch: - M5 (ePM10 60 %) - F7 (ePM2.5 65 %)
- 3 stupně filtrace pro odváděný vzduch: - tukový pletivový filtr
- G3 (Coarse 40 %) - M5 (ePM10 60 %) -

2.2 Technologické větrání a klimatizace

Není v projektu řešeno.

2.3 Energetické zdroje

Elektrická energie:

Elektrická energie pro pohon VZT je uvažována 3 x 400 V ~ 50 Hz.

Tepelná energie:

Ohřev a chlazení vzduchu je zajištěno ohříváčem a chladičem ve VZT jednotce.

Teplotní spád topné vody přiváděné do ohříváče: 70/50 °C

Teplotní spád studené vody přiváděné do chladiče: 7/13 °C

3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

VZT systém zařízení č.1 je navržený jako nízkotlaký. Teplovzdušně vytápěný prostor varny se nachází v 2.NP. Strojovna VZT, kde se nachází vzduchotechnická jednotka a tlumiče hluku, se nachází v 1.NP.

Vzduchotechnická jednotka:

Vzduchotechnická jednotka je navržena výkonové řady REMAK X 2424, rozměrová řada je 27/12.

Jednotka je s ventilátory s oběžným kolem na přívodu 2 x 18.5 kW - 35 A a na odvodu 2 x 11 kW - 21.4 A.

Přiváděný vzduch bude ohříván ohříváčem s teplotním spádem topné vody 70/50 °C a chlazen v chladiči s teplotním spádem chladicí vody 7/13 °C.

- Třída filtrace na přívodu – M5 (ePM10 60 %) - F7 (ePM2.5 65 %)
- Třída filtrace na odvodu – G3 (Coarse 40 %) - M5 (ePM10 60 %)
- Upravená teplota vzduchu pro přívod v letním období: 26 °C
- Upravená teplota vzduchu pro přívod v zimním období: 20,4 °C

Rozvody topné vody, studené vody a odvod kondenzátů z jednotky zajistí profese ZTI.

V jednotce se nachází deskový rekuperátor s obtokem vzduchu, eliminátorem kapek a odvodem kondenzátu.

Uvažované průtoky vzduchu VZT jednotkou jsou 33000 m³/hod pro přívod a 33200 m³/hod pro odvod.

Potrubní síť

Všechna čtyřhranná potrubí jsou navržena z pozinkovaného plechu tloušťky 0,8 nebo 1,0 mm (viz Výkaz výměr). Zinkování minimálně 200 g/m². Maximální přípustná teplota vzduchu v potrubí je 90 °C.

Veškeré čtyřhranné potrubí bude izolováno kamennou vlnou s Al polepem. Spoje izolace budou přelepeny Al páskou. Izolace bude provedena z Larock 40 ALS nebo Larock 60 ALS

Připojení vířivých anemostatů a odtahových elementů s odlučovači tuku bude provedeno ohebným izolačním potrubím Sonoflex o průměru 254 mm. Tloušťka tepelné izolace bude 25 mm.

Distribuční elementy

Na přívodu zajistí distribuci vzduchu textilní vyústka od firmy PŘÍHODA a vířivé anemostaty od firmy SystemAIR.

Na odvodní větvi zajistí distribuci vzduchu indukční odsavače par a odtahovými elementy s odlučovači tuků od firmy SystemAIR.

Regulační klapky jsou navrženy na každé odbočce z hlavní větve a distribučnímu prvku pro zajištění snadné regulovatelnosti systému VZT.

4 NÁROKY NA ENERGIE

Všechny nároky na chod VZT zařízení jsou uvedeny v jednotlivých technických listech prvků od výrobců.

5 MĚŘENÍ A REGULACE

Zařízení č.1 bude regulováno samostatným systémem měření a regulace MaR.

Systém MaR bude sledovat a regulovat především:

- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního ohříváče v zimním období
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období
- Ochrana proti zamrzání deskového výměníku pomocí teplotního čidla na výtlačku: 1) Vypnutí ventilátoru 2) Uzavření klapek 3) Otevření třístenného ventilu 4) Spuštění čerpadla
- Plynulá regulace výkonu přívodních a odvodních ventilátorů v závislosti na stupni zanesení filtrů pomocí frekvenčních měničů
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Řízení účinnosti deskového výměníku pomocí nastavení obtokové klapky
- Signalizace poruch jednotky
- Regulace uzavíracích klapek na vzduchotechnických jednotkách včetně dodání servopohonů

6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

6.1 Stavební úpravy

Projekt pro VZT zařízení č.1 vyžaduje po stavbě následující úpravy:

- Zajištění prostupů pro VZT potrubí skrze stěnové konstrukce
- Otvory pro umístění protidešťových žaluzií
- Obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí skrz stěnové konstrukce pomocí izolačními protiotřesovými hmotami
- V případě nerozebíratelných podhledů je nutné zajistit revizní otvory pro přístup k regulačním klapkám

6.2 Silnoproud

Projekt pro VZT zařízení č.1 vyžaduje následující úpravy:

- Zajištění připojení a spínání VZT jednotky
- Zajištění připojení zařízení MaR pro řízení jednotek

6.3 Vytápění

Zajištění připojení ohřívače ve VZT jednotce na topnou vodu

6.4 Zdravotní technika

Zajištění připojení VZT jednotky na studenou vodu, zajištění připojení na odpad pro odvod kondenzátů.

Zřízení podlahové vpusti ve strojovně.

7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

Na veškerých potrubních sítích vedoucích od nebo k VZT jednotce jsou navrženy kulisové tlumiče hluku. Tlumiče brání nadměrnému šíření akustického tlaku.

Celkem jsou navrženy 4 kulisové tlumiče hluku.

Veškeré prvky VZT systému produkující otřesy budou uloženy na gumových podložkách.

Prostupy a závěsy pro potrubí budou opatřeny tlumicí gumou.

8 IZOLACE A NÁTĚRY

Veškeré čtyřhranné potrubí bude izolováno kamennou vlnou s Al polepem. Spoje izolace budou přelepeny Al páskou. Izolace bude provedena z Larock 40 ALS nebo Larock 60 ALS

Izolace ohebného potrubí Sonoflex bude tl. 25 mm a bude dodáno již izolované od výrobce.

9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Při průchodu potrubí přes požární úsek (ve stoupacím potrubí ze strojovny do 2.NP) budou instalovány požární klapky TROX Technik.

K požárními klapkám musí být zajištěn přístup pomocí rozebíratelného kazetového stropu nebo pomocí revizních dvířek.

Tepelná izolace v místě kolem požární klapky musí izolace požární.

10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA

Při montáži bude postupováno podle všech pokynů výrobců jednotlivých prvků VZT systému. Systém VZT bude instalován přednostně před ostatními profesemi z důvodu rozměrných prvků a obtížné manipulovatelnosti.

Bude vytvořen provozní řád systému VZT a budou naplánovány pravidelné prohlídky a údržba systému.

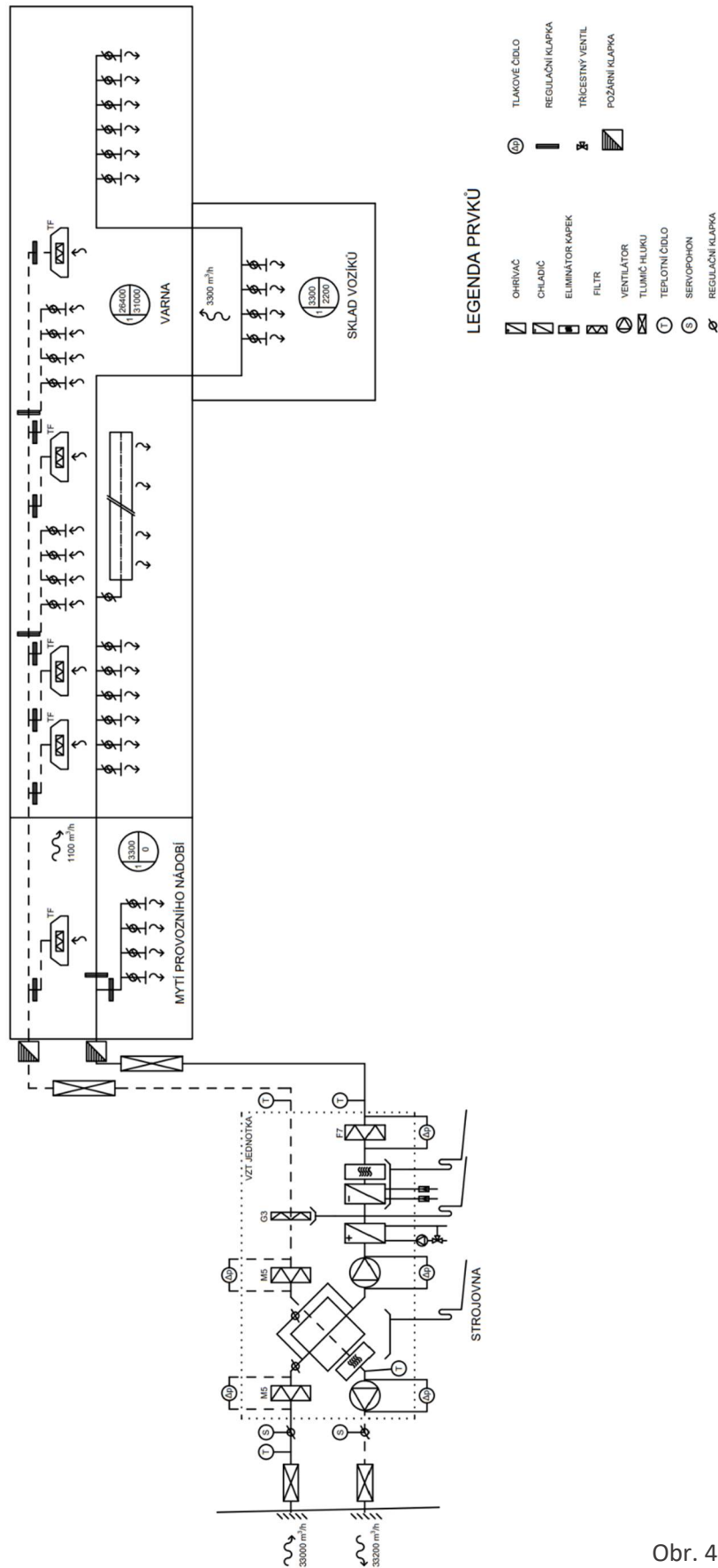
Filtrační vložky budou pravidelně kontrolovány a vyměněny podle potřeby a podle pokynů výrobce.

Veškerou údržbu bude provádět odborně zaškolený pracovník nebo smluvně zajištěný externí pracovník.

11 ZÁVĚR

Systém VZT zařízení č.1 byl navržen tak, aby splňoval nároky na účel provozu. Systém včetně vzduchotechnických jednotek byl navržen s důrazem na nejlepší možný poměr efektivity a hospodárnost provozu.

C2 REGULAČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č.1



Obr. 44 – regulační schéma

C3 VÝKAZ VÝMĚR ZAŘÍZENÍ Č.1

Položka číslo	Umístění	Popis položky	MJ	Množství
Zařízení č.1		Jednotky		
1.0.1		VZT Jednotka REMAK X 2424 rozměry (dxšxv) 7400x2700x3000; Hmotnost 4587,32 ks; materiál pláště pozinkovaný plech; povrchová úprava kontinuální lak; podstavné nohy 250 mm; zdálené komfortní ovládání; teplotní účinnost 69.1 %; rekuperace - zima 239,5 kW; ohřev - zima 144,23 kW; chlazení - léto 188,88 kW Přívod: průtok vzduchu 33000 m ³ /hr; externí tlaková ztráta 1200 Pa; počet ventilátorů x jmenovitý výkon motoru - 2 x 18.5 kW; jmenovitý proud motoru 35 A; třída filtrace M5, F7 Odvod: průtok vzduchu 33200 m ³ /hr; externí tlaková ztráta 700 Pa; počet ventilátorů x jmenovitý výkon motoru - 2 x 11 kW; jmenovitý proud motoru 21,4 A; třída filtrace G3, M5	ks	1
Distribuční prvky				
1.1.1	Přívod	Vířivý anemostat označení typu: VVKR-C-S-825-92; rozměr 600x625 mm; nastavitelné lamely; 48 lamel; včetně plenum boxu; s práškovým nátěrem RAL9010	ks	20
1.1.2	Přívod	Textilní výustka Tkaninová výustka kruhového profilu, průměr 600 mm; délka 14000 mm; zavěšena na závěsných profilech; průtok vzduchu 16500 m ³ /h	ks	1
1.2.1	Odvod	Element pro odvod vzduchu s odlučovačem tuků Odvodní element skládající se z rámečku zabudovaného v plenum boxu a odlučovače tuků a vany pro zachycení tuků; rozměr 600x400; materiál pozinkovaný plech; pletivová separační vrstva	ks	8
1.2.2	Odvod	Indukční odsavač par - nástěnný Rozměr 1800x1300 mm; materiál nerezová ocel; vstupní napětí pro ventilátor 230 V; příkon 46 W; krytí IP44; pletivový odlučovač tuků	ks	1
1.2.3	Odvod	Indukční odsavač par - nástěnný Rozměr 4700x1100 mm; materiál nerezová ocel; vstupní napětí pro ventilátor 230 V; příkon 46 W; krytí IP44; pletivový odlučovač tuků	ks	1
1.2.4	Odvod	Indukční odsavač par - nástěnný Rozměr 1200x1100 mm; materiál nerezová ocel; vstupní napětí pro ventilátor 230 V; příkon 46 W; krytí IP44; pletivový odlučovač tuků	ks	1
1.2.5	Odvod	Indukční odsavač par - prostorový Rozměr 3400x2400 mm; materiál nerezová ocel; vstupní napětí pro ventilátor 230 V; příkon 46 W; krytí IP44; pletivový odlučovač tuků	ks	1
1.2.6	Odvod	Indukční odsavač par - prostorový Rozměr 4200x2400 mm; materiál nerezová ocel; vstupní napětí pro ventilátor 230 V; příkon 46 W; krytí IP44; pletivový odlučovač tuků	ks	1

Tab. 22 – výkaz výměr – str. 1

Položka číslo	Umístění	Popis položky	MJ	Množství
Zařízení č.1		Regulační klapky		
1.3.1	Přívod	Regulační klapka rozměr 450x710 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.3.2	Přívod	Regulační klapka rozměr 1120x710 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.3.3	Přívod	Regulační klapka průměr 400 mm; pro kruhové potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	20
1.3.4	Přívod	Regulační klapka průměr 250 mm; pro kruhové potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	20
1.4.1	Odvod	Regulační klapka rozměr 280x710 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.2	Odvod	Regulační klapka rozměr 500x710 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.3	Odvod	Regulační klapka rozměr 250x500 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.4	Odvod	Regulační klapka rozměr 1120x630 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.5	Odvod	Regulační klapka rozměr 500x630 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.6	Odvod	Regulační klapka rozměr 500x630 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.7	Odvod	Regulační klapka rozměr 800x560 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.8	Odvod	Regulační klapka rozměr 500x560 mm; pro čtyřhranné potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	1
1.4.9	Odvod	Regulační klapka průměr 250 mm; pro kruhové potrubí; univerzální; s ruční aretační klapkou a přípravou pro servopohon	ks	8
		Požární klapky		
1.5.1	Přívod	Požární klapka velikost 1120x710 mm; elektrický servopohon 230 V; spouštěcí teplota 95 °C; s detekcí kouře; třída požární odolnosti až EI 120; netěsnost při zavřeném listu podle ČSN EN 1751, třída 2; netěsnost pláště podle ČSN EN 1751, třída C; (B + H) ≤ 700, třída B	ks	1
1.6.1	Odvod	Požární klapka velikost 1120x710 mm; elektrický servopohon 230 V; spouštěcí teplota 95 °C; s detekcí kouře; třída požární odolnosti až EI 120; netěsnost při zavřeném listu podle ČSN EN 1751, třída 2; netěsnost pláště podle ČSN EN 1751, třída C; (B + H) ≤ 700, třída B	ks	1

Tab. 23 – výkaz výměr – str. 2

Položka číslo	Umístění	Popis položky	MJ	Množství
Zařízení č.1		Tlumiče hluku		
1.7.1	Přívod	Tlumič hluku kulisový délka tlumiče 2500 mm; rozměr 1120x710; počet kulis = 5; šířka kulisy 100 mm; průtočná mezera 124 mm; bez náběhových hran; bez odtokových hran	ks	1
1.7.2	Přívod	Tlumič hluku kulisový délka tlumiče 2000 mm; rozměr 1120x1250; počet kulis = 5; šířka kulisy 100 mm; průtočná mezera 124 mm; bez náběhových hran; bez odtokových hran	ks	1
1.8.1	Odvod	Tlumič hluku kulisový délka tlumiče 1500 mm; rozměr 1120x710; počet kulis = 5; šířka kulisy 100 mm; průtočná mezera 124 mm; bez náběhových hran; bez odtokových hran	ks	1
1.8.2	Odvod	Tlumič hluku kulisový délka tlumiče 1500 mm; rozměr 1120x1250; počet kulis = 6; šířka kulisy 100 mm; průtočná mezera 86,7 mm; bez náběhových hran; bez odtokových hran	ks	1
Protidešťové žaluzie				
1.9.1	Přívod	Protidešťová akurstická žaluzie rozměr 1120x1225 mm; hodnota akustického výkonu max. 32 db; povrchová úprava eloxováním; aerodynamické lamely	ks	1
1.10.1	Odvod	Protidešťová akurstická žaluzie rozměr 1120x1225 mm; hodnota akustického výkonu max. 44 db; povrchová úprava eloxováním; aerodynamické lamely	ks	1
Potrubí				
1.11.1		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 8000 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 1 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	10,6
1.11.2		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 5000 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 1 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	12,9
1.11.3		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 4000 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 1 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	48,3
1.11.4		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 3250 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 0,8 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	6,4
1.11.6		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 2500 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 0,8 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	27,1
1.11.7		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 2000 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 0,8 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	21,8
1.11.8		Čtyřhranné potrubí; do obvodu 1750 mm včetně 30% tvarovek; pozinkovaný plech; tloušťka plechu 0,8 mm; zinkování min. 200g/m2; třída těsnosti C; max. teplota vzduchu 90°C	m	14,3
1.12.1		Ohebné potrubí Sonoflex průměr potrubí 254 mm; tepelná a hluková izolace z minerální vaty tl. 25 mm; tloušťka vnitřní vrstvy hliníku 0,07 mm;	m	40,9

Tab. 24 – výkaz výměr – str. 3

Položka číslo	Umístění	Popis položky	MJ	Množství
Zařízení č.1		Izolace		
1.13.1		Izolace 40 mm izolace z kamenné vlny; tloušťka 40 mm; vyztužená skelnou mřížkou; povrch z hliníkové folie tl. 18 – 22 µm; reakce na oheň A1; součinitel tepelné vodivosti min. 0,05 W/mK při 50°C	m ²	295,2
1.14.1		Izolace 60 mm izolace z kamenné vlny; tloušťka 60 mm; vyztužená skelnou mřížkou; povrch z hliníkové folie tl. 18 – 22 µm; reakce na oheň A1; součinitel tepelné vodivosti min. 0,05 W/mK při 50°C	m ²	198,6

Ostatní položky				
1.15		Návrh provozu	sada	1
1.16		Dodavatelská dokumentace díla	sada	1
1.17		Dokumentace skutečného provedení stavby	sada	1
1.18		Montáž	sada	1
1.19		Zprovoznění VZT jednotky	sada	1
1.20		Měření průtoků a zaregulování systému	sada	1
1.21		Měření hluku	sada	1

Tab. 25 – výkaz výměr – str. 4

C4 SEZNAM PŘÍLOH PROJEKTU

- V1 - PŮDORYS 1.PN – VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY
- V2 - PŮDORYS 2.PN – VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY
- V3 - ŘEZ A-A – VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY
- V4 - ŘEZ B-B – VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY
- V5 - REGULAČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č.1
- Příloha č.1 Kompletní specifikace VZT jednotky

POUŽITÉ ZDROJE:

Obrázkové zdroje:

- [1] Větrání komerčních kuchyní podle ČSN EN 16282: přívod vzduchu směšováním [online]. In: . 2019, 17.6.2019 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/19192-vetrani-komercnich-kuchyni-podle-csn-en-16282>
- [2] Větrání komerčních kuchyní podle ČSN EN 16282: přívod vzduchu zaplavováním [online]. In: . 2019, 17.6.2019 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/19192-vetrani-komercnich-kuchyni-podle-csn-en-16282>
- [3] 4 BURNER GAS RANGE ON CABINET [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.angelopo.com/en/detail/4-burner-gas-range-on-cabinet/1s1fa0/>
- [4] Konvektomat rational [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.rational-shop.cz/konvektomaty-rational/>
- [5] Detergents [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.angelopo.com/en/ca/3258/products/detergents/>
- [6] Rational exhaust hood UltraVent Plus XS - Combi-Duo type 6-2/3 [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.horeca.com/en/product/98891/rational-exhaust-hood-ultravent-plus-xs-combi-duo-type-6-2-3>
- [7] Multifunkční zařízení iVario Pro 2-S+ (tlakové provedení) [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.gastrocentrummoravia.com/Multifunkcni-zarizeni-iVario-Pro-2-S-tlakove-provedeni-d1492.htm>
- [8] M5 Hi Mini - 50 L [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.gsab.nu/en/produkt/m5-hi-mini/>
- [9] Conveyor dishwasher M-iQ B [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.medicalexpo.com/prod/meiko/product-69361-626601.html>
- [10] KDZH - Nerezová nástěnná digestoř s tukovými filtry [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.gastronerez.eu/p-kdzh-nerezova-nastenna-digestor-s-tukovymi-filtry>
- [11] INDUKČNÍ ODSAVAČE PAR. SYSTEMAIR a.s. 2005.
- [12] Atrea v největší závodní kuchyni v ČR pro Škodu Auto [online]. In: . 2021, 6.6.2021 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/22365-atrea-v-nejvetsi-zavodni-kuchyni-v-cr-pro-skodu-auto>

- [13] *Angelo PO: Novinka – Air blade* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <http://hraspo.cz/cz/angelo-po>
- [14] *Výpočet rychlosti* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.prihoda.com/cs/ke-stazeni/prihoda-velocity-calculator/>
- [15] *Textilní vyústky* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.prihoda.com/cs/vyustky-a-potrubi/>
- [16] *VVKR Vířivé anemostaty: vířivý anemostat* [PDF]. SYSTEMAIR a.s. 2020.
- [17] *VVKR Vířivé anemostaty: tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu vířivého anemostatu* [PDF]. SYSTEMAIR a.s. 2020.
- [18] *INDUKČNÍ ODSAVAČE PAR: indukční odsavač par* [PDF]. SYSTEMAIR a.s. 2005.
- [19] *INDUKČNÍ ODSAVAČE PAR: tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu indukčního odsavače par* [PDF]. SYSTEMAIR a.s. 2005.
- [20] *KATALOGOV_LIST_GT_202203: odtahový element s odlučovačem tuku* [PDF]. SYSTEMAIR a.s. 2022.
- [21] *KATALOGOV_LIST_GT_202203: tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu odtahového elementu s odlučovačem vzduchu* [PDF]. SYSTEMAIR a.s. 2022.
- [22] *REA 280 tlumič hluku pro průmyslový větrací systém Alteko TERNO-S* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.ventishop.cz/rea-280-tlumic-hluku-pro-prumyslovy-vetraci-system-alteko-terno-s/>
- [23] *Sono Flexo 315mm, 10m* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.goodfarmer.cz/Sonoflex-315mm-odhlucnene-1m-d1497.htm>
- [24] *NL S VLASTNOSTMI PRO TLUMENÍ HLUKU* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.trox.cz/protide%C5%A1%C5%A5ov%C3%A9-%C5%BEaluzie/nl-5045404fe6188f2f>
- [25] *NL S VLASTNOSTMI PRO TLUMENÍ HLUKU* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.trox.cz/protide%C5%A1%C5%A5ov%C3%A9-%C5%BEaluzie/nl-5045404fe6188f2f#stazeni>
- [26] *FK2-EU FOR DIVERSE APPLICATIONS* [online]. In: . [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.trox.de/en/fire-dampers/fk2-eu-6a7ebbadc72c1037>

Ostatní webové zdroje:

Zákony pro lidi [online]. 2010 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>

Větrání (velko)kuchyní 21. století Centrální kuchyně ŠKODA AUTO [online]. 2001 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://m.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/22565-vetrani-velko-kuchyni-21-stoleti>

ATREA S.R.O. *Větrání komerčních kuchyní podle ČSN EN 16282* [online]. 2019 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/19192-vetrani-komercnich-kuchyni-podle-csn-en-16282>

ING. JAROSLAV DUFKA. *Kuchyňské odsavače par* [online]. 2019 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: Kuchyňské odsavače par

Zákony, vyhlášky, normy směrnice:

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Vyhláška č. 137/2004 Sb. o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci se změnami: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 9/2013 Sb., 32/2016 Sb

Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinářských a tabákových výrobcích, vyhlášky ministerstva zemědělství pro jednotlivé druhy potravin

ČSN EN 16282-1 Prvky pro větrání komerčních kuchyní

ČSN EN 16282-2 Součásti větracích zařízení pro komerční kuchyně

ČSN EN 16282-3 Součásti větracích zařízení pro komerční kuchyně

ČSN EN 16282-4 Součásti větracích zařízení pro komerční kuchyně

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. 1 – přívod vzduchu směřováním [1].....	15
Obr. 2 – přívod vzduchu zaplavováním [2].....	15
Obr. 3 – sporák [3].....	16
Obr. 4 – konvektomat [4].....	17
Obr. 5 – trouba [5].....	17
Obr. 6 – kondenzační nástavec pro konvektomat [6].....	17
Obr. 7 – multifunkční pánev [7].....	18
Obr. 8 – míchací kotel [8]	18
Obr. 9 – tunelový mycí stroj [9].....	18
Obr. 10 – odsavač par [10].....	19
Obr. 11 – schéma návrhu odsavače par	20
Obr. 12 – popis indukčního odsavače par [11].....	21
Obr. 13 – ukázka větracího stropu v praxi [12]	22
Obr. 14 – systém vzduchové clony [13].....	23
Obr. 15 – omezení tepelné zátěže vzduchovou clonou	24
Obr. 16 – rozdělení na funkční celky	27
Obr. 17 – seznam stěn, oken a dveří	33
Obr. 18 – seznam varných technologií	35
Obr. 19 – průběh tepelné zátěže v průběhu dne	37
Obr. 20 – průběh venkovních teplot	37
Obr. 21 – tlakové poměry	39
Obr. 22 – návrh textilní vyústky [14].....	40
Obr. 23 – textilní vyústka [15].....	40
Obr. 24 – vířivý anemostat [16].....	41
Obr. 25 – tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu vířivého anemostatu [17]	41
Obr. 26 – indukční odsavač par [18].....	41
Obr. 27 – tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu indukčního odsavače par [19].....	41
Obr. 28 – odtahový element s odlučovačem tuku [20].....	42
Obr. 29 – tlaková ztráta a hodnota akustického výkonu odtahového elementu s odlučovačem vzduchu [21].....	42

Obr. 30 – jednočarové řešení	45
Obr. 31 – schéma navržené VZT jednotky	49
Obr. 32 – hx – diagram úpravy vzduchu VZT jednotkou	50
Obr. 33 – kulisový tlumič hluku [22].....	51
Obr. 34 – návrh tlumičů hluku do interiéru	52
Obr. 35 – návrh tlumičů hluku do exteriéru	55
Obr. 36 – ohebné potrubí sonoflex [23].....	58
Obr. 37 – posouzení tepelné izolace do místnosti – přívod	59
Obr. 38 – posouzení tepelné izolace do místnosti – odvod	59
Obr. 39 – posouzení tepelné izolace do strojovny – přívod	60
Obr. 40 – posouzení tepelné izolace do strojovny – odvod	60
Obr. 41 – akustická protidešťová žaluzie [24].....	61
Obr. 42 – stanovení tlakové ztráty a akustického hluku protidešťových žaluzií	61
Obr. 43 – požární klapka	62
Obr. 44 – regulační schéma	70

SEZNAM TABULEK:

Tab. 1 – součinitel prostupu tepla vnitřního zdiva	29
Tab. 2 – součinitel prostupu tepla obvodového pláště	29
Tab. 3 – součinitel prostupu tepla hliníkového okna	29
Tab. 4 – součinitel prostupu tepla podhledu a střechy	30
Tab. 5 – součinitel prostupu tepla podlahy a stropu	30
Tab. 6 – součinitel prostupu tepla vnitřních dveří	30
Tab. 7 – tabulka teplot sousedních prostor	31
Tab. 8 – tabulka tepelné ztráty varny a mytí provozního nádobí	32
Tab. 9 – tepelné zisky od technologií	34
Tab. 10 – výpočet průtoku vzduchu	38
Tab. 11 – distribuční elementy přívodu	43
Tab. 12 – distribuční elementy odvodu	44
Tab. 13 – dimenzování přívodního potrubí	46
Tab. 14 – dimenzování odvodního potrubí	47
Tab. 15 – externí tlaková ztráta potrubí	48
Tab. 16 – posouzení tlumičů hluku – odvod z interiéru	53
Tab. 17 – posouzení tlumičů hluku – přívod do interiéru	54
Tab. 18 – hladina akustického tlaku v interiéru	54
Tab. 19 – posouzení tlumičů hluku – odvod do exteriéru	56
Tab. 20 – posouzení tlumičů hluku – přívod z exteriéru	57
Tab. 21 – hladina akustického tlaku v exteriéru	57
Tab. 22 – výkaz výměr – str. 1	71
Tab. 23 – výkaz výměr – str. 2	72
Tab. 24 – výkaz výměr – str. 3	73
Tab. 25 – výkaz výměr – str. 4	74