

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY APARTMÁNOVÉHO
DOMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Vypracoval: Jan Malý

Vedoucí práce: Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Malý Jméno: Jan Osobní číslo: 495023
Zadávající katedra: 11125
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh vzduchotechniky apartmánového domu
Název bakalářské práce anglicky: Apartment Building Ventilation Design

Pokyny pro vypracování:

Projekt vzduchotechniky zadaného apartmánového domu s analýzou provozu objektu

Projektová dokumentace obsahující technickou zprávu, výpočet množství větracího vzduchu, dimenze rozvodů, návrh vzduchotechnické jednotky, výkresová část - 3D schéma rozvodů, půdorysy s trasami rozvodů, řešení technické místnosti

Seznam doporučené literatury:

Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918

ČSN 15 665/Z1 Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov. ČNI 2009.

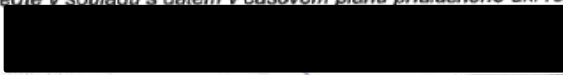
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2023

Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.5.2023

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

28.2.2023

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci s názvem *Návrh vzduchotechniky apartmánového domu* vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů v příloženém seznamu na konci práce.

V Praze dne 15.5.2022

.....

Jan Malý

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Ing. Haně Kabrhelové, Ph.D. za vedení bakalářské práce, cenné rady, ochotu a odborný dohled.

Také děkuji svým rodičům za podporu a za vytvoření podmínek pro studium na vysoké škole.

Anotace

Předmětem bakalářské práce je návrh vzduchotechnického systému pro apartmánový dům, kdy pro tvorbu byl zvolen program Revit 2022. Cílem je nejdříve analyzovat objekt a posoudit která metoda návrhu větrání je nejvhodnější, protože objekt je specifický svou lokalitou v horském podnebí Klínovce, ale také svým účelem, kdy slouží pro přechodné bydlení. Dále je uveden bližší komentovaný postup řešení návrhu vzduchotechnického systému jak pro bytové jednotky, tak také pro garážový prostor součástí objektu. V závěru se práce zabývá také podrobnou analýzou provozu koupelen v tomto objektu, kde jsou vytvořeny simulace provozu koupelen za stanovených podmínek v softwaru CONTAM, které jsou podrobně rozebrány před samotnými simulacemi. Cílem je stanovit, zda hodnoty, které jsou uvedeny v normě ČSN EN 15665 jsou efektivní pro odvod vlhkosti z prostoru koupelen a zda navržené hodnoty jsou vhodné pro provoz apartmánového domu.

Klíčová slova

Vzduchotechnika, analýza provozu, větrání objektu, apartmánový dům, Revit, odvod vlhkosti, CONTAM

Annotation

The subject of the bachelor thesis is the design of an air conditioning system for an apartment building, using the Revit 2022 program. The aim is to first analyze the object and assess which ventilation design method is most suitable, as the object is specific due to its location in the mountainous area of Klínovec, as well as its purpose, which is for temporary living. The thesis then outlines the detailed steps for designing the air conditioning system for both the residential units and the garage area of the building. Finally, the thesis also deals with a detailed analysis of the operation of bathrooms in this object, where simulations of bathroom operation are created under specified conditions in the CONTAM software, which are analyzed in detail before the simulations themselves. The goal is to determine whether the values specified in the ČSN EN 15665 standard are effective for moisture removal from bathroom spaces, and whether the proposed values are suitable for operating an apartment building.

Key words

Air conditioning, operation analysis, building ventilation, apartment building, Revit, moisture removal, CONTAM.

Obsah

Obsah	6
Veličiny.....	8
Zkratky	8
1 Úvod a cíl.....	10
1.1 Úvod.....	10
1.2 Cíl.....	10
2 Popis objektu a modelu	11
2.1 Základní informace o objektu a areálu	11
2.2 Podlaží apartmánového domu	14
2.2.1 První podzemní podlaží	14
2.2.2 První nadzemní podlaží.....	15
2.2.3 Druhé nadzemní podlaží a výše	17
2.3 Tvorba modelu	18
2.4 Závěr kapitoly	20
3 Analýza provozu objektu	20
3.1 Předpoklady návrhu	20
3.2 Možnosti větrání apartmánového domu	21
3.2.1 Přirozené větrání	21
3.2.2 Nucené větrání.....	25
3.2.3 Hybridní větrání	29
3.2.4 Volba pro apartmánový dům	30
3.3 Větrání bytových jednotek	31
3.3.1 Byt 3+KK.....	31
3.3.2 Byt 2+KK.....	44
3.4 Větrání skladovacích prostor.....	50
3.4.1 Návrh rovnotlakého větrání pro skladové prostory	51
Distribuční prvky.....	52
3.4.2 Převodní prvky	53
3.4.3 Regulace	54
3.5 Větrání hromadné garáže	54
3.5.1 Systémy větrání.....	54

3.5.2	Výpočet nuceného provozního větrání hromadné garáže	57
3.5.3	Distribuční prvky	64
3.6	Dimenze potrubí a výpočet tlakových ztrát.....	65
3.7	Vzduchotechnické jednotky	65
3.7.1	Bytové jednotky a skladové prostory	65
3.7.1	Hromadná garáž.....	67
3.8	Analýza koupelen v apartmánovém domě	67
3.8.1	Teoretický základ	67
3.8.2	Vstupní parametry	71
3.8.3	Simulace.....	82
4	Závěr.....	98
	Seznam použitých zdrojů	99
	Seznam příloh.....	102
	Seznam použitých obrázků	102
	Seznam použitých tabulek.....	105

Veličiny

C	koncentrace	[ppm]
d	průměr	[mm]
f	frekvence výměny vozidel	[h ⁻¹]
G	produkce vlhkosti	[g/h]
h	měrná entalpie	[kJ/kg]
l	intenzita větrání	[h ⁻¹]
i	úsek	[-]
L	akustický výkon	[dB]
m	hmotnost	[kg]
O	objem	[m ³]
P	parkovací místa	[-]
p	počet vozidel vjíždějících do úseku	[h ⁻¹]
p	tlak	[Pa]
s	trasa	[m]
t	čas	[s]
t	teplota	[°C]
V	objemový průtok	[m ³ /h]
v	hmotnost vodní páry	[kg/m ³]
v	rychlost	[m/s]
w	rychlost (jízdy)	[m/s]
x	měrná vlhkost	[g/kg]
ρ	hustota	[kg/m ³]
Φ	relativní vlhkost	[%]

Zkratky

Δp _c	tlaková ztráta
C _e	výpočtová koncentrace oxidu uhelnatého ve venkovním vzduchu
CNG	stlačený zemní plyn
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
C _p	nejvyšší přípustná koncentrace
C _{PEL}	přípustný expoziční limit
d ₁	vnitřní průměr
EPS	elektrická požární signalizace
LPG	zkapalněný ropný plyn
L _{WA}	hladina akustického výkonu
m _{sv}	hmotnost suchého vzduchu
m _{vp}	hmotnost vodní páry
O _c	celkový objem vnitřního prostoru
p _{sat}	parciální tlak nasycené vodní páry
p _{sv}	parciální tlak suchého vzduchu
p _{vp}	parciální tlak vodní páry
t _j	doba jízdy – rovina

t_{jc}	doba chodu motoru za jízdy
t_{v2}	doba volnoběhu všech vozidel při vjezdu a výjezdu
t_{vc}	doba volnoběhu
V_{CO}	celková objemová emise oxidu uhelnatého
$V_{CO,j}$	emise pro jízdu vozidel po rovině
$V_{CO,j,T}$	emise oxidu uhelnatého všech vozidel při jízdě
$V_{CO,v}$	emise pro jízdu vozidel při volnoběhu
$V_{CO,v,T}$	emise oxidu uhelnatého všech vozidel při volnoběhu
V_O	množství odváděného vzduchu počítaného prostoru
V_{OP}	množství odváděného vzduchu počítaného prostoru z předchozího stupně
V_{OPC}	celkové množství odváděného vzduchu z předchozího stupně
V_p	množství odváděného vzduchu
V_P	množství přivodního čerstvého vzduchu
V_{PC}	celkové množství přiváděného vzduchu ve stejném stupni
V_{sat}	hmotnost vodní páry
x_i	měrná vlhkost ve vzduchu v koupelně
x_p	měrná vlhkost přiváděného vzduchu

1 Úvod a cíl

1.1 Úvod

Tématem bakalářské práce je návrh vzduchotechnického systému pro komplex apartmánového domu, který je využitý pro rekreační a přechodné bydlení v Krušných horách. Práce je vytvořena v BIM prostředí, konkrétně v Revitu 2023. Myšlenkou je také ukázat názornost a výhody zpracování práce za využití těchto možností.

V textové části je obsažena **analýza provozu objektu**, kdy přechodné bydlení je zajímavým tématem pro vzduchotechnický systém zejména z pohledu regulace a ekonomického návrhu, což je současně i důležitým odborně-společenským tématem v dnešní době. Zabývat se budeme návrhem větrání bytových jednotek a garážového prostoru. V kapitolách je zdůvodněn výběr vhodného systému vzduchotechniky, komentovaný postup návrhu a například regulace systému.

Detailně byla také zpracována analýza provozu místnosti, konkrétně se jedná o analýzu provozu koupelen v námi řešeném apartmánovém domě. V této části se blíže můžeme seznámit s produkcí vlhkosti v koupelnách a hodnotu vlhkosti v průběhu dne na základě využívání místnosti. Pro názornost byly vytvořeny simulace provozu v programu CONTAM, které znázorňují hodnoty měrné vlhkosti v průběhu vytvořeného modelového dne.

Výkresová dokumentace obsahuje jednotlivé výkresové dílčí části, které jsou složené z půdorysů, řezu, ale zejména zajímavými vymodelovanými 3D úseky.

1.2 Cíl

Cílem práce je tedy vytvořit komfortní prostředí pro uživatele komplexu v souladu s normami a systém co nejvíce přizpůsobit daným podmínkám využití jednotlivých provozů. Důležité je vytvořit funkční vzduchotechnický systém, který bude také ale uživatelsky přívětivý z pohledu případné regulace a ovládání. V analýze provozu koupelny ověříme, zda námi navržené hodnoty pro odvod vzduchu na základě ČSN EN 15665 jsou efektivní pro odvod vlhkosti z prostoru koupelny.

2 Popis objektu a modelu

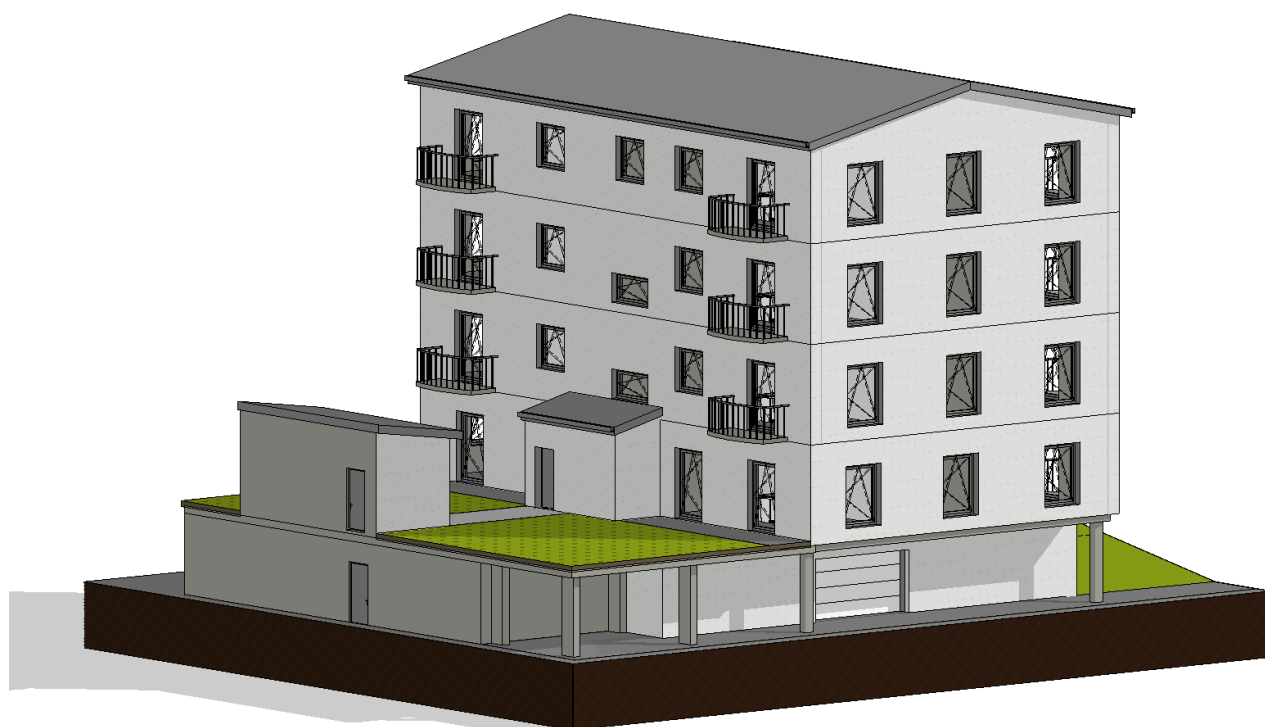
V této kapitole je popsán objekt s jednotlivými podlažími a provozy, ale také obecně areál, jehož je součástí. Také je zde věnován prostor úseku, který popisuje tvorbu stavebního modelu a návaznost s modelem vyhotovených zdravotně technických instalací.

2.1 Základní informace o objektu a areálu

Budova má čtyři nadzemní podlaží, přičemž v každém z nich se nachází čtyři bytové jednotky. Byty jsou dále rozděleny podle velikosti. Dva z nich jako byty typu 2+KK a dva jako 3+KK. Celkem tedy 16 bytových jednotek. Objekt je zakončen šikmou střechou s uzavřeným půdním prostorem, který není využitelný. V apartmánovém domě je také podzemní podlaží, ve kterém se nachází parkovací a skladovací prostory, a také strojovna.

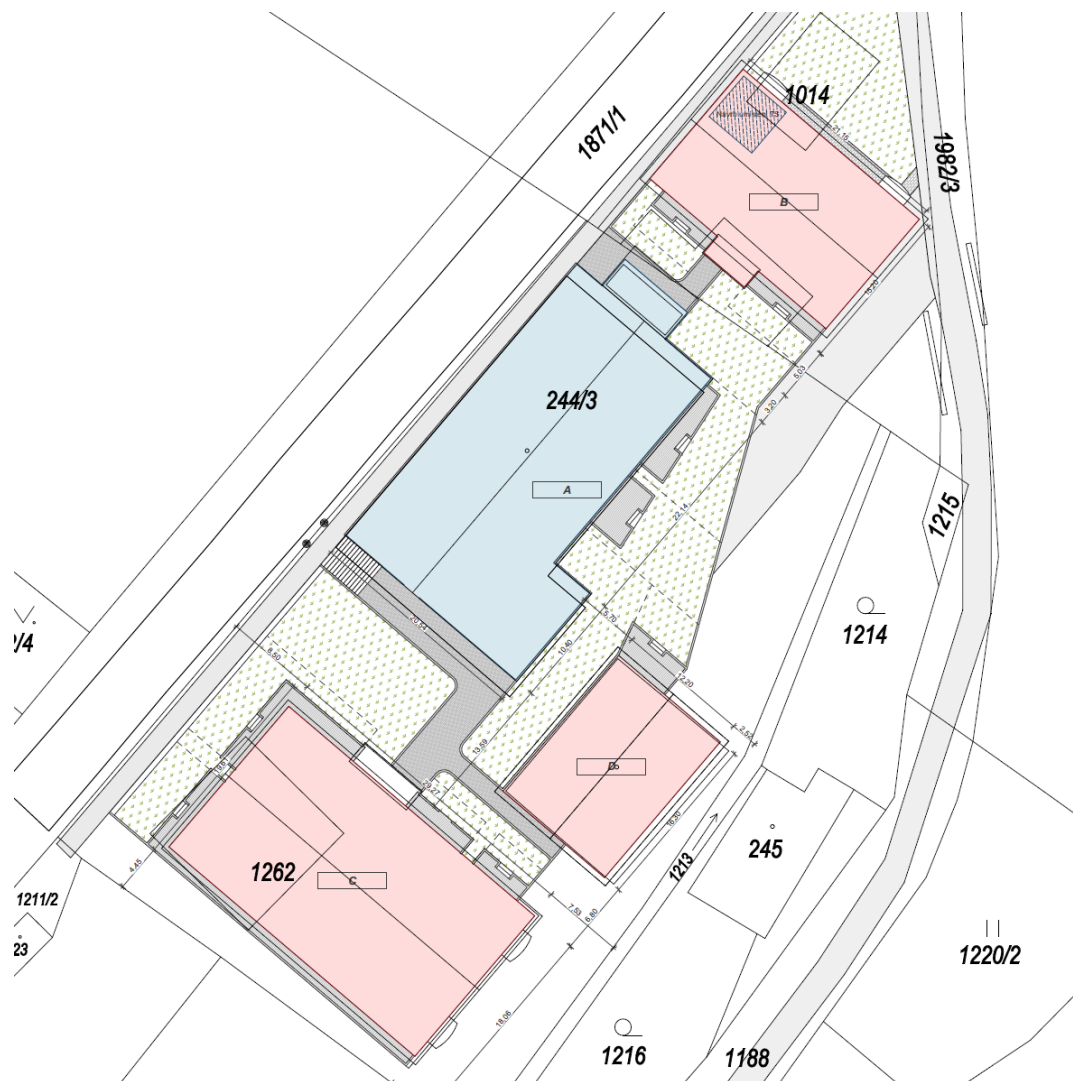
Konstrukční systém je navržen jako kombinovaný prefabrikovaný ze železobetonu. Celková výška objektu je 18,2 m.

Zájmový objekt je navržen jako apartmánový dům, podrobněji řečeno se jedná o bytový dům určený k přechodnému bydlení. Tento faktor je důležitý z hlediska dalšího návrhu pro vzduchotechnický systém v bytových jednotkách.



Obrázek 1: Stavební model apartmánového domu

Objekt je součástí projektu *Areál pro sport a rekreaci s ubytováním „Továrna“*, jehož záměrem je vybudovat celistvý areál umístěný v Loučné pod Klínovcem. V blízkém okolí se nachází lyžařské středisko pro zimní aktivity, ale areál je také ve významné oblasti pro letní turistiku. Komplex je složen z celkem čtyř apartmánových domů různých velikostí, kdy posuzovaný objekt této práce je označen pod zkratkou „B“, který se nachází v severní části vybarvený červenou výplní. Objekt A vyplněný modře je stávající objekt a objekty B, C a D vyplněné červeně jsou novostavby. Více níže v situaci.¹



Obrázek 2: Koordinační situace areálu

Ústředním bodem projektu areálu je revitalizace staré továrny, která se zaobírala většinu své minulosti kovovýrobou (v *situaci objekt A*). Konkrétně byla továrna realizována na počátku 20. století a její provoz ukončen v roce 2001. Současní majitelé provedli kompletní sanační práce se snahou odstranit nebezpečí zapříčiněné vlivem nedbalosti posledního majitele, kdy v areálu byly

¹ Areálu jsem měl možnost se věnovat již v předmětu 124P01C – *Projekt 1*, kde jsem zpracovával návrh objektu C.

ponechány jímky s odpadními vodami či provozními chemikáliemi a došlo k silné kontaminaci území a ke zhoršení životního prostředí. Dle posledních průzkumů a analýz rizik, se podařilo kontaminaci a nebezpečí odstranit.²



Obrázek 3: Pohled na starou továrnu v roce 2022 (*objekt A*)

Projekt areálu je již po stavebním řízení a v současné době probíhají finální práce na dokumentaci pro provádění stavby. Odhad začátku realizace díla je stanoven na počátek roku 2024.



Obrázek 4: Vizualizace Areál pro sport a rekreaci s ubytováním „Továrna“

² Návrhu sanací objektu A jsem se podrobněji věnoval v předmětu 124PDRC – Poruchy, degradace, rekonstrukce v rámci semestrální práce.

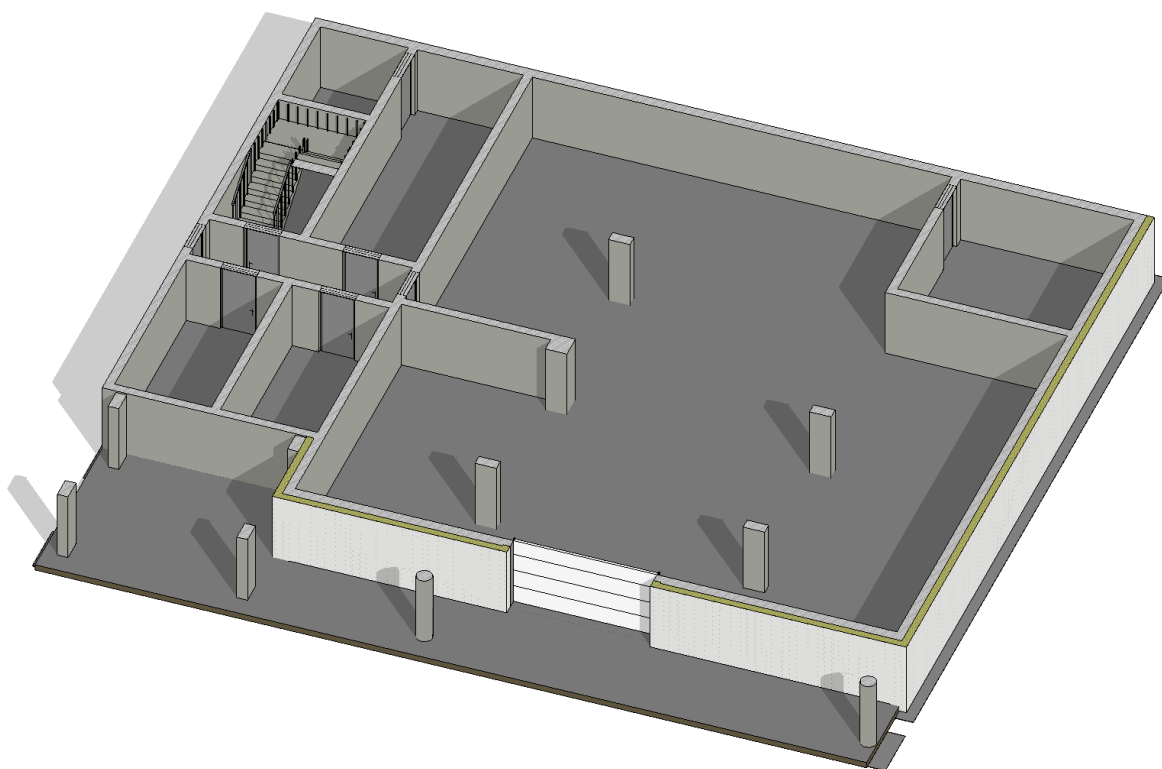
2.2 Podlaží apartmánového domu

Níže jsou rozebrána za pomoci modelu jednotlivá podlaží. Tento popis slouží pro přehlednější úvod do jednotlivých provozních jednotek apartmánového domu.

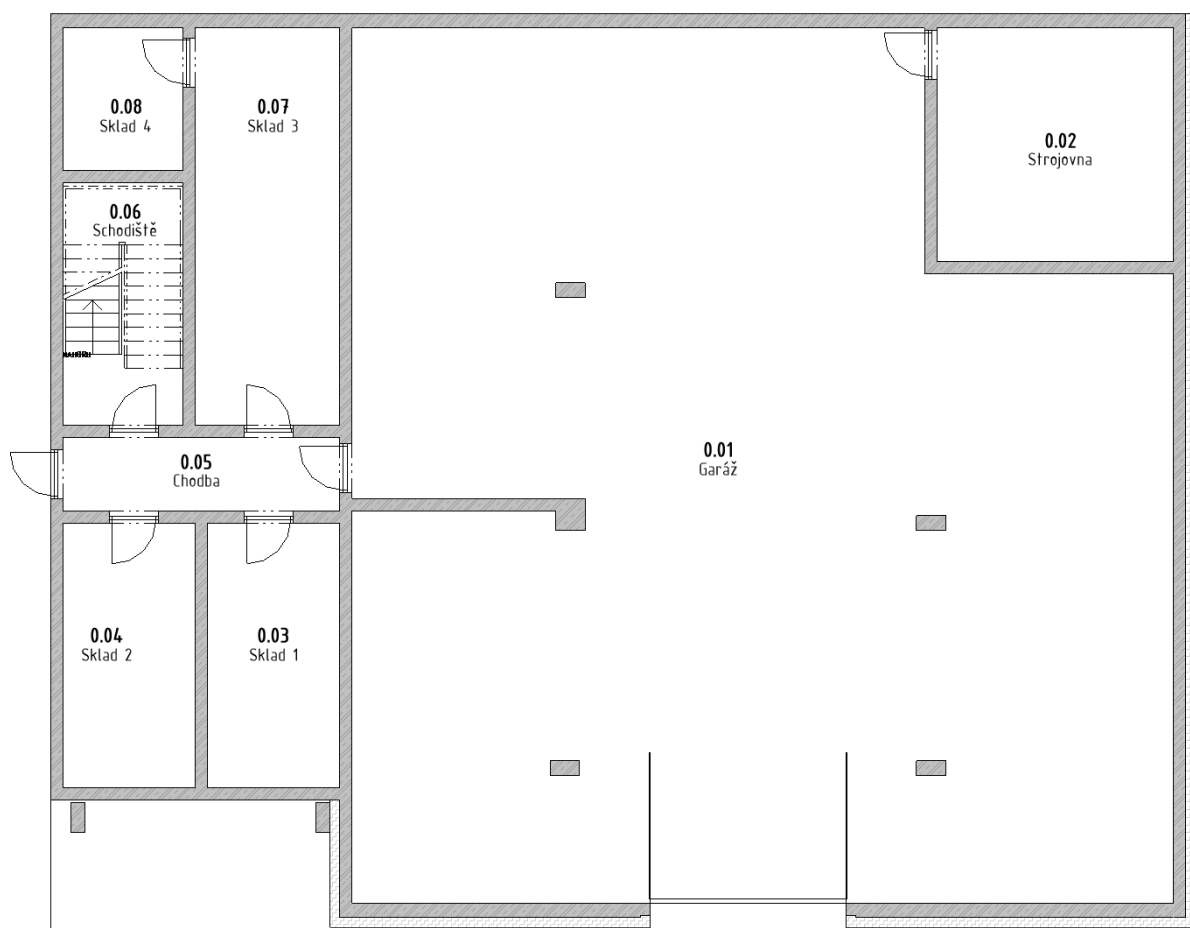
2.2.1 První podzemní podlaží

Jedná se o nejnižší podlaží objektu, ve kterém se zejména nachází hromadná garáž pro parkování až 11 osobních automobilů. V pravé horní části (dle přiloženého obrázku níže) se nachází strojovna. V levé části se nachází komunikační prostor chodby, který spojuje garáž a schodiště směrem k prvnímu podlaží. Na konci chodby se také nachází dveře ke vstupu do objektu A. Z chodby je také přístup do celkem 4 skladů k blíže nespécifikovanému účelu.

Plocha podzemního podlaží činí 426 m². Světlá výška je 2,75 m. Dále je důležité zmínit, že v garážovém prostoru a ve strojovně se nenachází podhledová konstrukce. Instalace vedené v tomto podlaží budou viditelná pod stropní konstrukcí.



Obrázek 5: Výřez stavebního modelu 1. PP



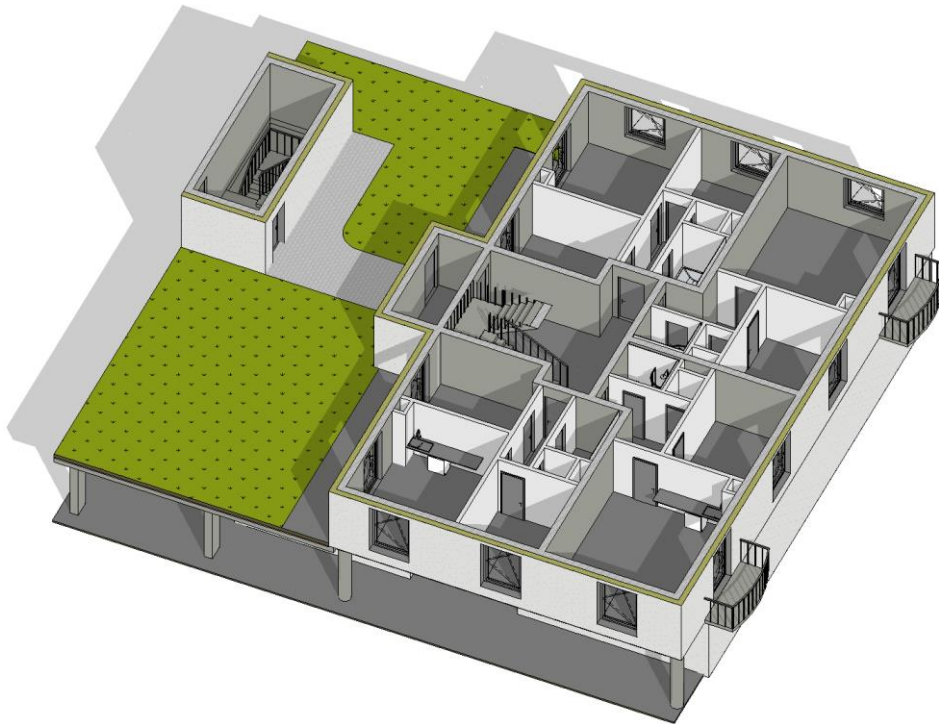
Obrázek 6: Schématický stavební půdorys 1.PP

2.2.2 První nadzemní podlaží

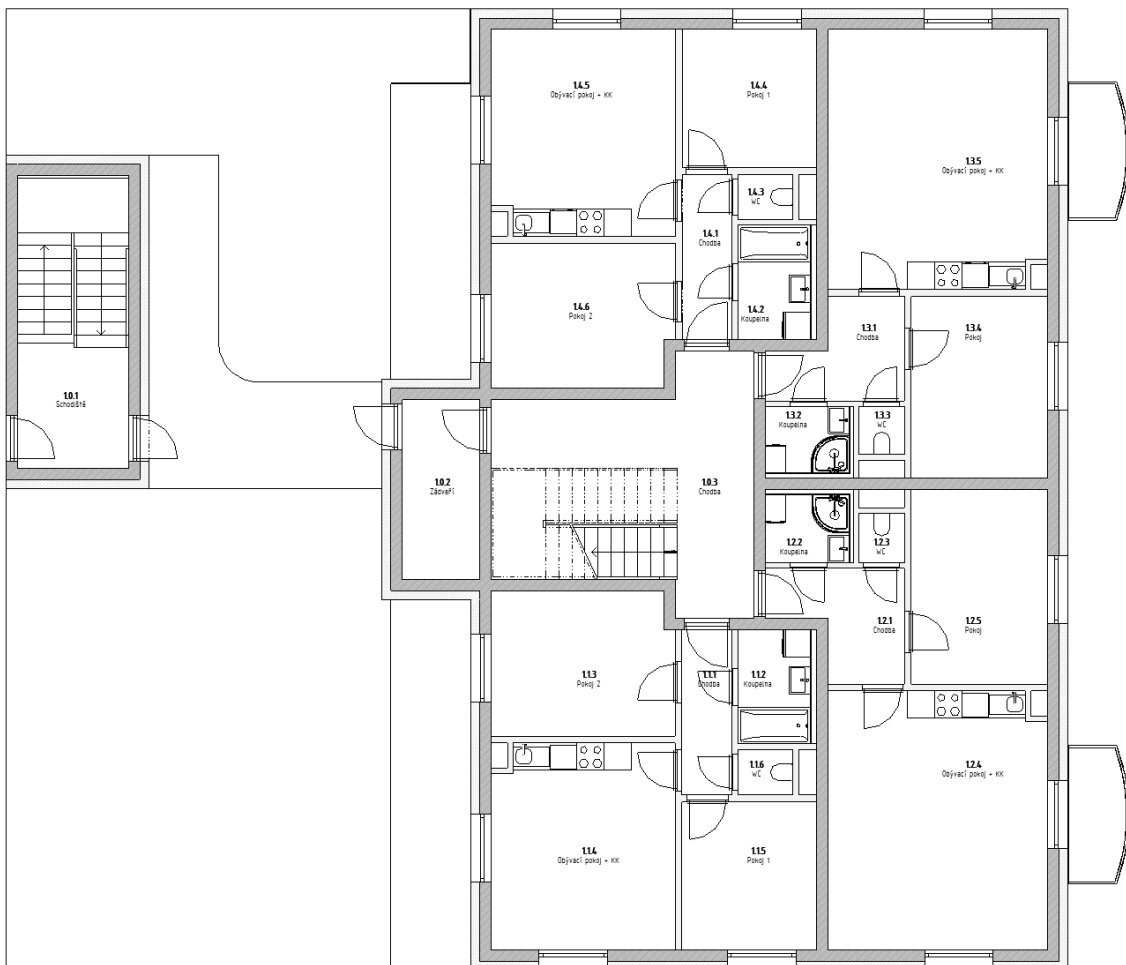
Pro vstup do apartmánového domu slouží menší přístavba vlevo, která je ve skutečnosti přistavěna k objektu A (*původní továrna*) a je možné komunikační prostor využít také pro vstup do zmíněného objektu.

V každém podlaží, jak bylo výše zmíněno se nachází 4 bytové jednotky, které jsou jednotlivě později v další kapitole dle typu rozebrány pro bližší popis prostorů. K bytům směřovaným na západ (*dle půdorysu*) přiléhají terasy. Naopak bytové jednotky na východě obsahují balkony.

Zastavěná plocha čistě apartmánu činí 288 m². Světlá výška v komunikačních prostorech chodby a zádveří je 3 m, kdy v bytových jednotkách je tato výška snížena podhledem na 2,6 m.



Obrázek 7: Výřez stavebního modelu 1.NP



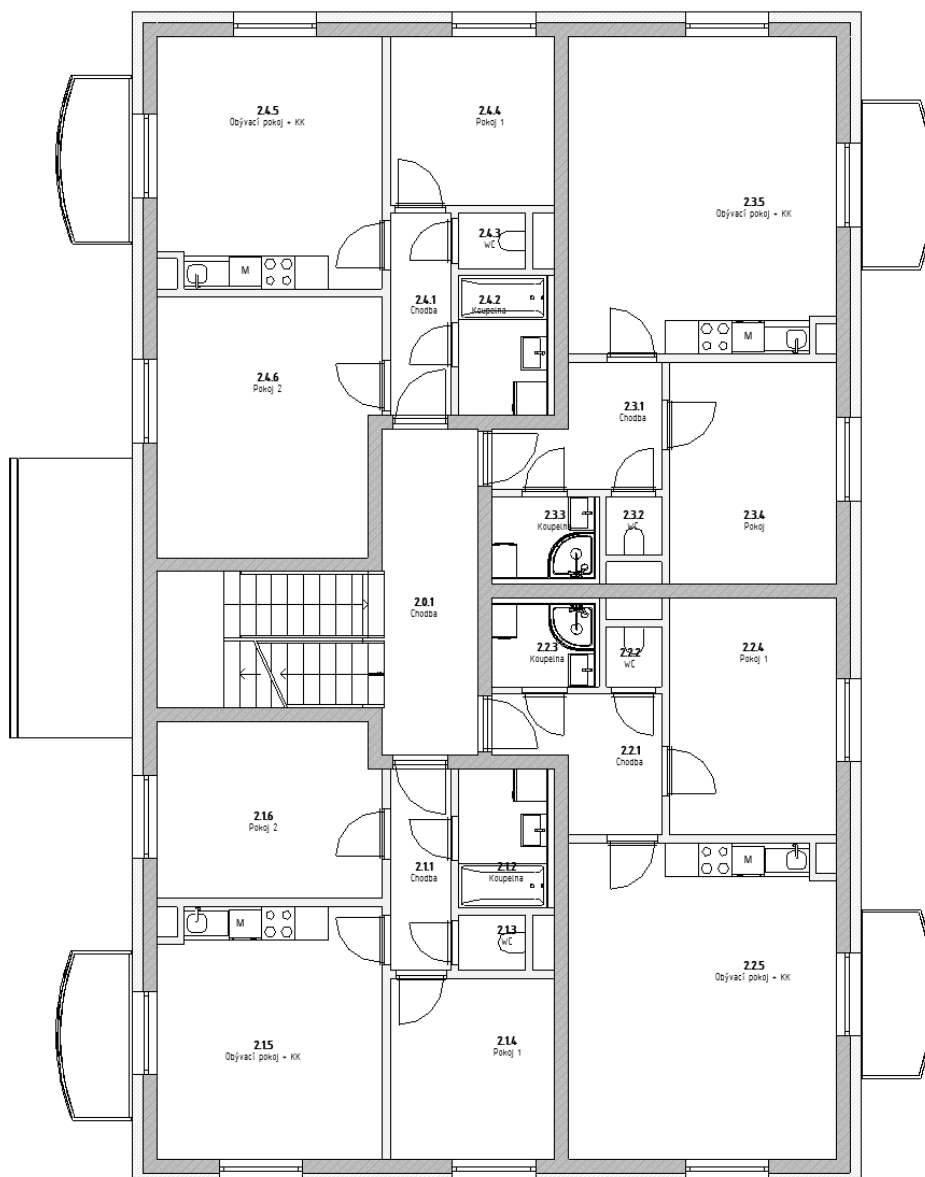
Obrázek 8: Schématický stavební půdorys 1.NP

2.2.3 Druhé nadzemní podlaží a výše

Další nadzemní podlaží jsou identické jako první nadzemní pouze s jedinou změnou v dispozici, kdy ve vyšších podlažích se eliminuje prostor chodby, který je v prvním podlaží využit pro přístup do objektu ze zádveří. Tím pádem dochází k rozšíření přilehajícího bytu 3+ KK ze severní strany.



Obrázek 9: Výřez stavebního modelu 2.NP

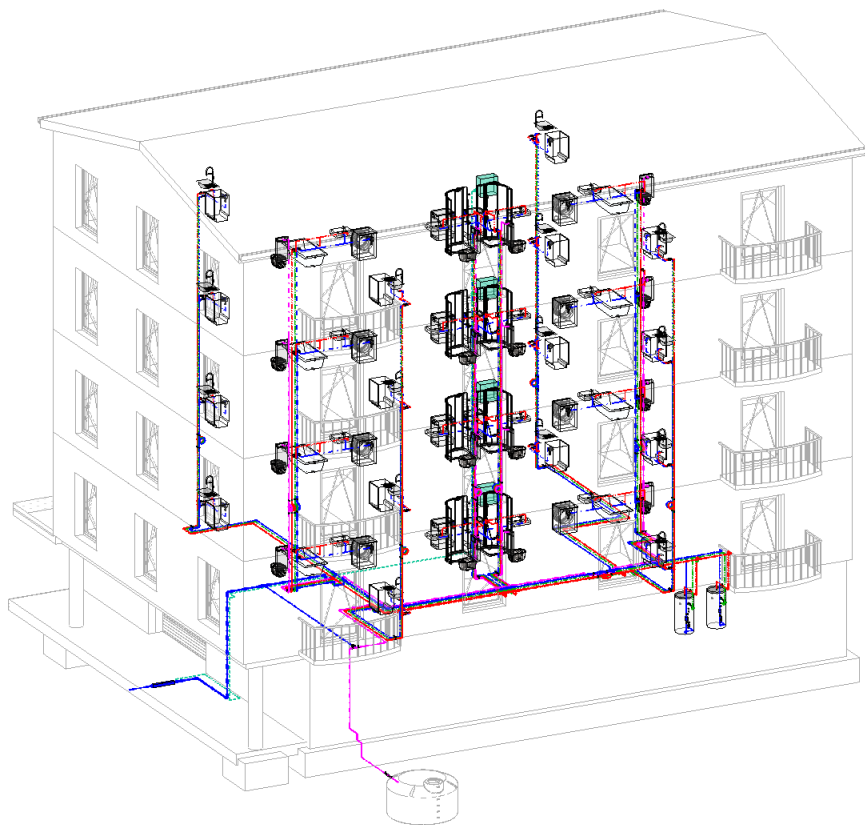


Obrázek 10: Schématický stavební půdorys 2.NP

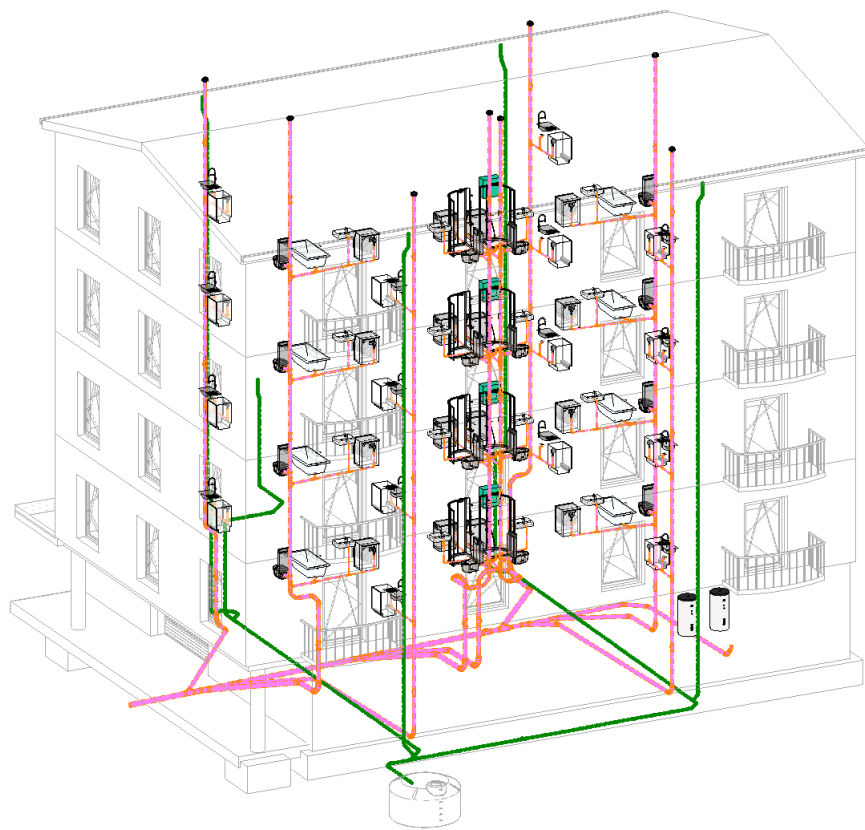
2.3 Tvorba modelu

Vstupním podkladem pro tuto bakalářskou práci je stavební model v Revitu 2022, který jsem vytvářel v rámci předmětu *125P02C – Projekt 2C na katedře technických zařízení budov*. Model prošel několika dalšími úpravami v průběhu realizace bakalářské práce. Podklad pro tvorbu modelu byly základní půdorysy a řezy vypracované v rámci architektonické studie.

Výstupem práce na projektu bylo kompletní řešení zdravotně technických instalací, konkrétně vodovodu a kanalizace. Jednalo se o vyhotovení modelu geometrie zmíněných profesí, ale také dimenzi jednotlivých úseků trubek. Ozvláštnění práce spočívalo v alternativním využití dešťové vody pro splachování WC.



Obrázek 11: Model geometrie vodovodu



Obrázek 12: Model geometrie kanalizace

Dalším úkolem této bakalářské práce je také koordinace těchto profesí. Jelikož jedna z hlavních výhod užití programů v BIM prostředí je nepochybně rychlý přehled kolizí, ale také možnost si zobrazit vybrané úseky v mnohých generovaných pohledech. Tak jako v reálné praxi musí fungovat všechny profese v rámci prostoru společně, tak tento předpoklad uvažuji v možném rozsahu i v této práci, kdy koordinuji geometrii a zařízení kanalizace, vodovodu a vzduchotechniky.

2.4 Závěr kapitoly

Cílem této části bylo přiblížit objekt a areál v obecné rovině. To nejenom pro lepší zasazení čtenáře do kontextu podmínek v rámci, kterých se bude v dalších kapitolách řešit vzduchotechnický systém, ale také pro lepší orientaci v apartmánovém domě jako celku.

3 Analýza provozu objektu

V této kapitole bude blíže popsán návrh jednotlivých provozů apartmánového domu. Kdy nejprve popíšeme jednotlivé možnosti větrání objektu a vybereme vhodný systém. Dále se budeme zabývat návrhem větrání pro bytové jednotky, skladovací prostory a garážový prostor. V závěru kapitoly se nachází analýza koupelen.

3.1 Předpoklady návrhu

Vzduchotechnický systém musí splňovat všechna základní a funkční kritéria pro zajištění kvalitního prostředí, ale také musí zajistit zdravotně nezávadné a komfortní okolí pro uživatele. Toho lze v objektu dosáhnout při dodržení základních pravidel vyplývajících z platných norem a předpisů. [1,2,3] Mezi ně patří:

- Přívod čerstvého upraveného vzduchu do obytných místností.
- Odvod vzduchu z místností se zdrojem škodlivin.
- Pomocí převodních prvků zajistit provětrání celého bytu.

Dále je nutno splnit další funkční požadavky. Mezi nimi je například ekonomický provoz, kdy kvalita vnitřního prostředí závisí na intenzitě větrání. Pokud zajistíme vyšší přívod čerstvého vzduchu zajistíme lepší vnitřní prostředí, ale zvyšuje se spotřeba energie. V současnosti vzhledem k energetickým úsporám se snažíme návrh optimalizovat. [4]

V našem případě se zabýváme návrhem vzduchotechnického systému pro apartmánový dům. V předchozí kapitole bylo zmíněno, že objekt bude převážně využíván k přechodnému bydlení. Je tedy možné, že v určitém období v roce objekt bude využíván méně nebo dokonce i minimálně. Tento faktor je nutno vzít na potaz. Můžeme ho aplikovat vícero způsoby, a to například provozním výkonem větrání (otáčky), vhodnou regulací systému, ale také celkově vhodným výběrem systému. Podrobněji jednotlivé aspekty rozebereme v dalších kapitolách.

Důležité je také ale zahrnout do návrhu opatření proti hluku ze systému a zajištění vhodných vlastností vnitřního prostředí vzduchu, jako relativní vlhkost, nízká koncentrace škodlivin v prostoru a požadovaná teplota přiváděného vzduchu.

3.2 Možnosti větrání apartmánového domu

3.2.1 Přirozené větrání

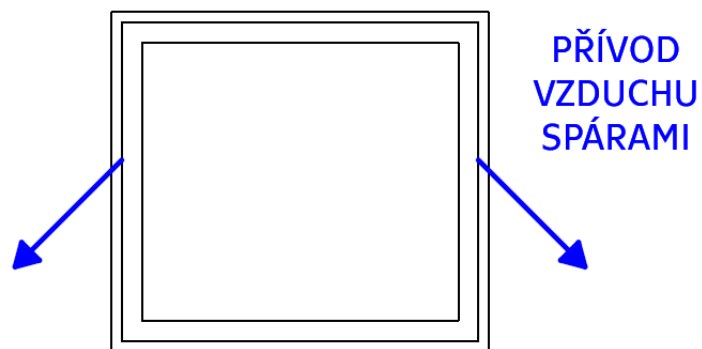
Jedná se o velmi nestabilní systém větrání, kdy k výměně vzduchu dochází vlivem vztlakového proudění vzduchu o různé teplotě mezi interiérem a exteriérem. Účinek vztlaku je tedy přímo závislý na rozdílu mezi teplotou vnitřního a vnějšího vzduchu (*rozdílu měrných hmotností*). Dále přirozené větrání je podpořeno působením větru, kdy účinek tlaku a sání větru podporuje proudění vzduchu objektem. Jde ale o proměnnou hodnotu, která nemusí být stabilní po určité časové období. [5]

Z toho vyplývá, že tento typ větrání je neúčinnější především v zimě a přechodném období, kdy rozdíly teplot jsou nejvyšší. Naopak v letním období pozorujeme nejnižší účinnost, kdy je obtížné splnit dané požadavky na větrání při využití tohoto systému. Kvůli nestálosti průtoku větracího vzduchu může být obtížné dostatečně zajistit výměnu vzduchu ve všech prostorech. Nutné je také zmínit, že přirozeným větráním nemůžeme zajistit úpravy vzduchu. Jako například úpravu teploty, vlhkosti filtrace škodlivin apod.

Dále jsou popsány jednotlivé konkrétní typy přirozeného větrání.

3.2.1.1 Infiltrace

Větrání a výměna vzduchu probíhá pomocí pronikání vzduchu netěsnostmi ve stavebních konstrukcích, oknech nebo dveřích. V současnosti tuto metodu nelze bezpečně použít z mnoha důvodů. Mezi ně patří výše zmíněná vysoká závislost na vnějších podmínkách, ale také nefunkčnost principu při současných požadavcích ohledně zajištění těsnosti konstrukcí a otvorů. To infiltraci omezuje a je obtížné splnit hygienické požadavky na přívod čerstvého venkovního vzduchu.

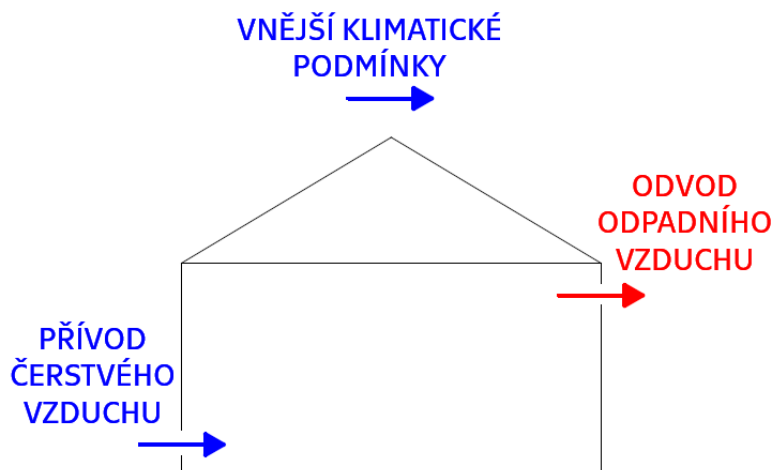


Obrázek 13: Princip infiltrace vzduchu okenním otvorem

Také metoda nabízí mírný komfort uživatele při nemožnosti výměny vzduchu dle potřeby. To je například v provozu WC, koupelny a kuchyně nepřijatelné. Dále ale v zimním období, kdy systém je nejvíce účinný probíhá intenzivní větrání, které nelze kontrolovat a tím pádem dochází k velkým tepelným ztrátám. Ty nejsou také přijatelné v současné době, kdy je snaha tyto hodnoty redukovat. Okenní otvory lze dovybavit štěrbinami, kterými lze částečně regulovat přívod venkovního vzduchu. [5,6,7,10]

3.2.1.2 Aerace

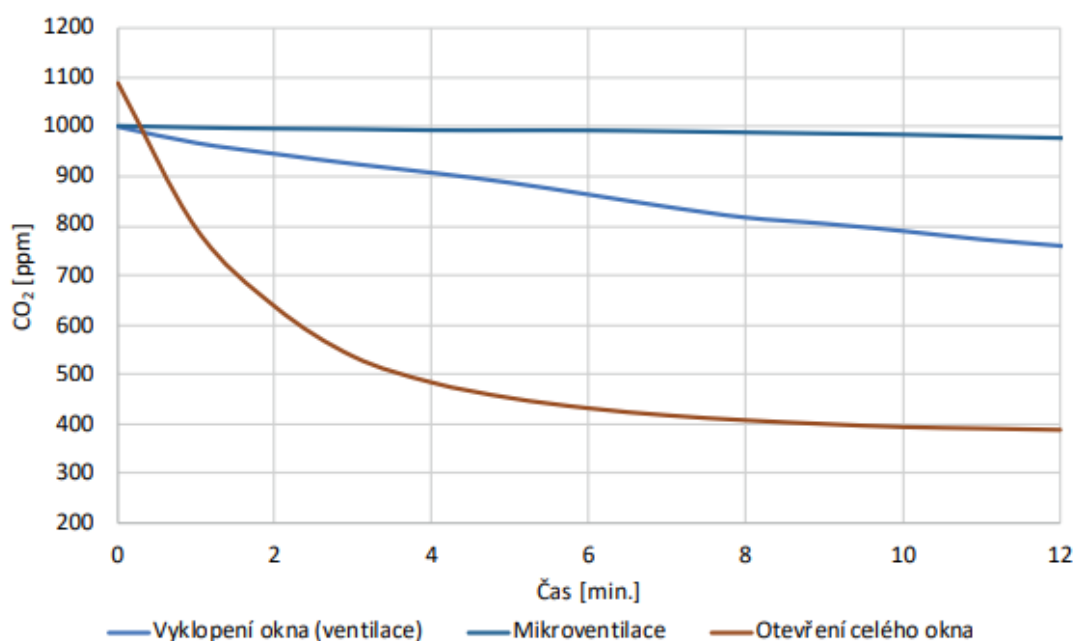
Funguje obdobným způsobem, kdy jediným rozdílem je, že pro přívod a odvod jsou definovány otvory v různých výškách v daném prostoru. Tímto způsobem je zvětšen průtočný průřez. Nevýhody a absence použití v současnosti jsou téměř stejné jako u infiltrace. Mezi hlavní důvody opět patří rozdíly účinnosti v různých obdobích, tepelné ztráty a komfort uživatelů. [5,6]



Obrázek 14: Princip aerace v objektu

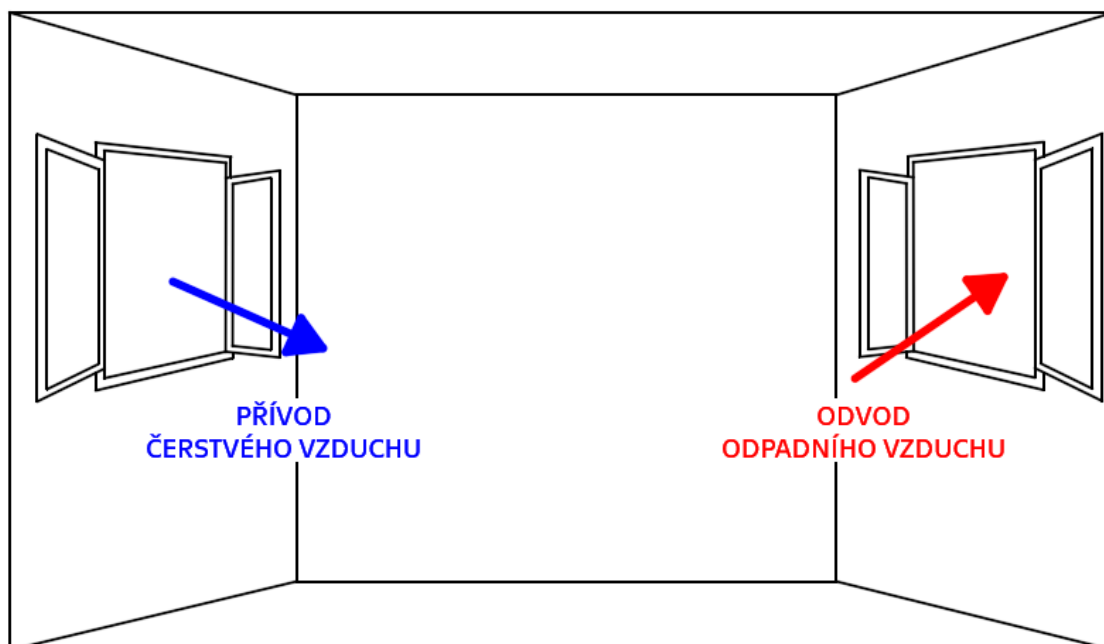
3.2.1.3 Provětrávání okny

Jedná se o velmi rozšířený způsob větrání v objektech, kdy prostory jsou větrány za pomoci otevřeného okna v příslušné poloze po vhodně danou dobu. Pro správný odhad intervalu větrání tímto způsobem je obecně vhodné využívat měření CO_2 a tím minimalizujeme tepelné ztráty. Lidský organismus má omezené možnosti pro rozpoznání vyšší koncentrace CO_2 , který negativně ovlivňuje naše zdraví. Menší místnosti je nutné intenzivněji větrat, pokud jsou v nich přítomné osoby. Dle vyhlášky [8] nesmí koncentrace CO_2 v obytných místnostech překročit 1 500 ppm. Z mnoha zdravotních studií je již známo, že negativní účinky se projeví již při koncentraci 1 000 ppm ve formě únavy a nesoustředěnosti.



Obrázek 15: Porovnání efektivity různých způsobů větrání ložnice o 25,5 m² a pokles obsahu CO_2 ve vzduchu [9]

Problém také nastává v současnosti, kdy nutnost větrání v objektech s novými těsnými okny je vysoká. V otopném období je doporučeno větrat plně otevřeným oknem, jelikož větrání při vyklopeném okenním křídle pro dočasné větrání trvá příliš dlouho, není efektivní a může vyvodit značnou tepelnou ztrátu. Mimo otopné období je doporučen obdobný postup, ale kvůli nižšímu rozdílu teplot je vhodné využít příčné provětrání, kdy přívod vzduchu je veden jedním oknem a odvod druhým (viz obrázek 15).



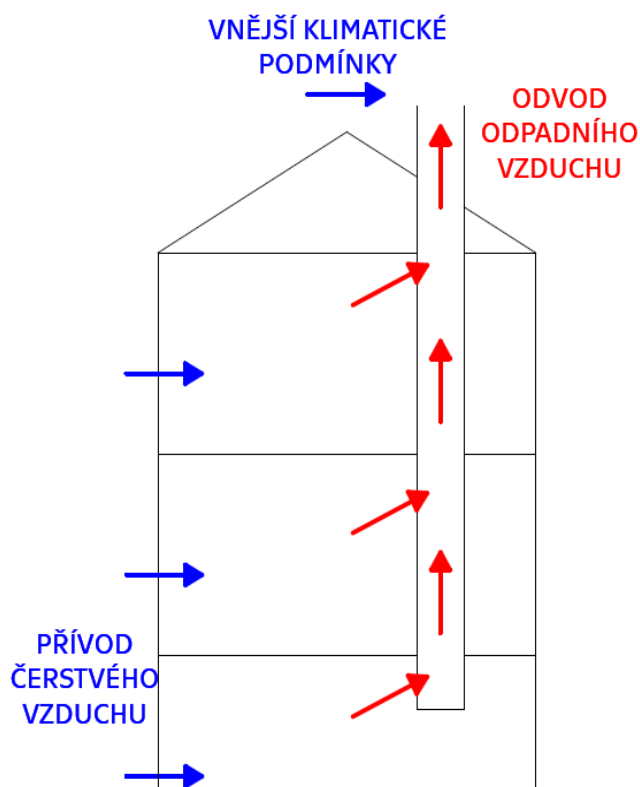
Obrázek 16: Schéma příčného provětrávání okny

Jednostranné provětrávání čili přívod a odvod jedním oknem je méně účinné. Kdy ve spodní části proudí přívodní venkovní chladnější vzduch a horní částí okna se vzduch odvádí. Vliv také může mít zejména v létě orientace oken dle světových stran, kdy teplota venkovního vzduchu na severní straně ve stínu pod stromy může být i o několik desítek stupňů nižší než na straně osluněné. Lze obecně shrnout, že lidský faktor bývá výraznou proměnnou pro stabilní účinnost větrání pomocí této metody. [5,9,10]

3.2.1.4 Šachtové větrání

Větrání jednotlivých místností probíhá pomocí větracích otvorů, které ústí do odváděcí šachty, která může být podobná například komínům. Svislé průduchy (šachty) mohou začínat zvláště v každém patře anebo průduchy probíhají přes všechna podlaží (průběžné průduchy). Sloužit mohou ale jak pro přívod venkovního čerstvého vzduchu, tak také pro odvod odpadního vzduchu. Většinou se ale používají pro odvod a pro přívod slouží přívodní otvory, které se umísťují za tělesa otopné soustavy pro ohřev přívodního vzduchu v zimním období. Šachty obvykle jsou ukončeny nad střechou budovy.

Větrání využívá účinný vztlak, který závisí na účinné výšce šachty, který je použit pro překonání tlakových ztrát třením a ztrát místními odpory při proudění vzduchu šachtou.



Obrázek 17: Schéma odvodu vzduchu šachtovým větráním

Šachtové větrání je založeno na stejných dříve zmíněných principech a sdílí stejné nevýhody jako předešlé způsoby. Zejména absence regulace, nefunkční větrání v období vyrovnání vnější a vnitřní teploty a vyšší tepelné ztráty v zimním období. Může také ale například dojít k pronikání hluku šachtou z venkovního prostoru.

Účinnost této metody se dá zvýšit využitím větracích nebo rotačních hlavic, které zvyšují účinek větru a podporují nasávací účinek šachty. [5,6,10]

3.2.2 Nucené větrání

Jedná se o spolehlivé metody, jak můžeme zajistit v budově ideální prostředí a dosáhnout normových požadavků. V případě realizace nových staveb a v našem případě apartmánového domu se jedná o vhodný způsob větrání. Nucené větrání můžeme ale dále dělit dle různých funkcí a způsobu provozu.

3.2.2.1 Systém podtlakový

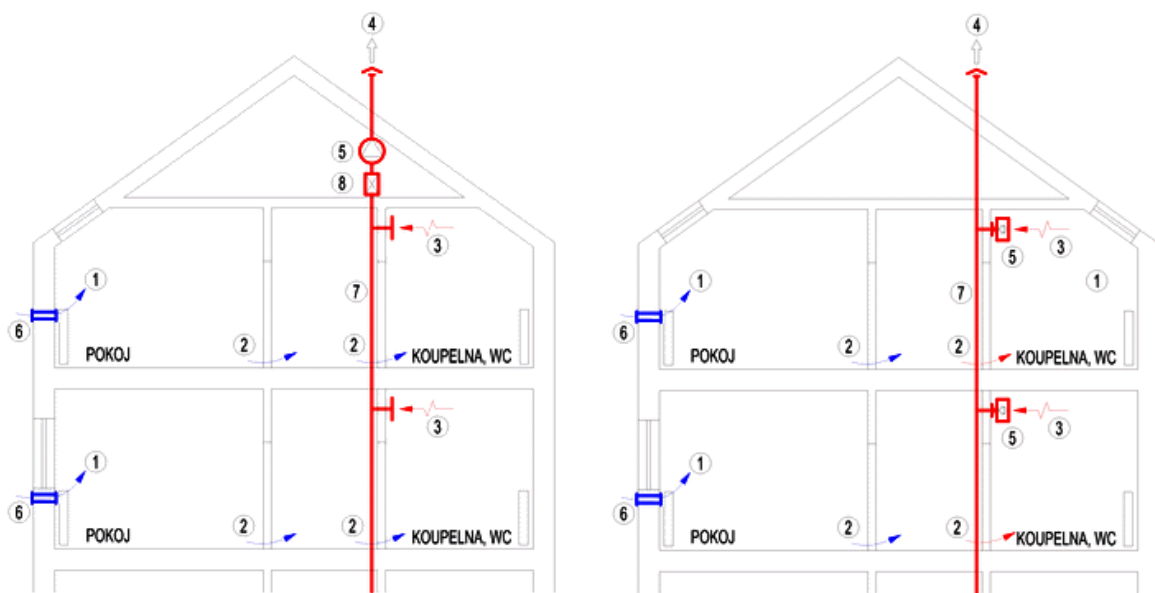
Systém funguje tak, že do prostorů přivádíme méně vzduchu, než odvádíme a dochází tak tedy ke snížení tlaku. Tím je zajištěno to, aby z prostoru se nešířily dále škodliviny do okolních prostor a zůstaly ve větraném prostoru se zdrojem škodlivin. Rozdíl tlaků je vyrovnán přirozeným přívodem vzduchu přes převodní otvory. Tento typ větrání využíváme v prostorech koupelny anebo WC.

Výhodou podtlakového větrání je jednoduchost a také nižší pořizovací náklady v porovnání například s rovnotlakým větráním. Nevýhodou je naopak absence zařízení pro zpětný zisk tepla a s tím spojené vyšší náklady na ohřev vzduchu.

Dále systémy můžeme řešit jako centrální nebo lokální, kdy lokální systémy můžeme řešit jako samostatné ventilátory, které vyfukují vzduch přímo

z daného řešeného prostoru do exteriéru, nebo jsou napojené do společného potrubí, kterým je vzduch vyfukován zpravidla nad střechu. Je nutné volit ventilátory s nízkou hladinou akustického výkonu, aby nedocházelo ke zvýšeným hodnotám hluku v prostorech. Odvodní ventilátor může být umístěn v dané místnosti odvodu vzduchu anebo můžeme odvádět vzduch současně i z dalších místností, kdy je možné využít tento systém i pro nárazové větrání kuchyní. Je ale důležité v případě využití společného potrubí umístit do systému zpětnou klapku, abychom zabránili šíření pachů mezi bytovými jednotkami. Tento systém je znázorněn na pravé straně *obrázku 18*.

V centrálním systému je využit centrální ventilátor napojený na příslušné potrubí. Ventilátor je opět umístěn zpravidla na střeše nebo v podkroví. V tomto případě můžeme využít ventilátory o vyšší účinnosti oproti lokálnímu systému, ovšem je opět nutné zabránit šíření hluku směrem do potrubí bytových jednotek. Další výhodou oproti lokálnímu systému je to, že v tomto případě nedochází k přenosu pachů mezi bytovými jednotkami. Centrální systém je znázorněn *na obrázku 18 v levé části*.



Obrázek 18: Schéma nuceného podtlakového větrání s přívodem vzduchu převodními prvky a odvodem vzduchu do společného potrubí [11]

1 přiváděný venkovní vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 odpadní vzduch, 5 odvodní ventilátor, 6 přívodní větrací otvor, 7 potrubní síť, 8 tlumič hluku

Systém můžeme ovládat například ručně spínačem, nebo spínačem společně s osvětlením, anebo například dle senzorů měřící zvýšenou hladinu škodlivin. Ovládání systému je z pohledu lidského faktoru nevýhodou, kdy účinnost a provoz systému mohou být přímo závislé na uvážení uživatelů. [5,11]

3.2.2.2 Systém rovnotlaký

Jak je již z názvu systému patrné, tak v prostoru nevzniká tlakový rozdíl. To vlivem toho, že do prostoru přivádíme a odvádíme stejné množství vzduchu. Pomocí vzduchotechnické jednotky můžeme ovládat tedy množství odváděného i přiváděného vzduchu a můžeme vytvořit několik provozních stupňů (*otáček*) na kterém může vzduchotechnický systém fungovat. Mezi výhodou patří možnost aplikace systému na jakýkoliv provoz, právě kvůli možnosti splnění požadavků v normě [2,3] ohledně větrání budovy. Systém tedy můžeme navrhnout podrobně dle našich požadavků, ať se jedná o řízený odvod škodlivin nebo dostatečné větrání obytných místností. Do jednotek se také umísťuje výměník na zpětné získávání tepla, které můžeme využít pro úpravu vzduchu a úsporu energie.

Právě zmíněná výhoda komplexního využití je i nevýhodou tohoto systému, kdy pro funkční celek je nutné vytvořit relativně složitý systém z hlediska návrhu. Vstupní a provozní náklady pro tento systém jsou také vyšší oproti ostatním systémům. Je také nutné navrhnout vhodné ovládání pro tento systém, abychom zajistili co nejvyšší účinnost nezávislé na vlivu lidského faktoru. Jako další nevýhoda se mohou jevit i prostorové nároky pro tento systém, nejenom například na podhledovou konstrukci pro potrubí, ale také na místnost, kde bude umístěna vzduchotechnická jednotka. V případě použití tohoto systému je většinou nutné již ve stavební části vytvořit vhodné podmínky pro aplikaci.

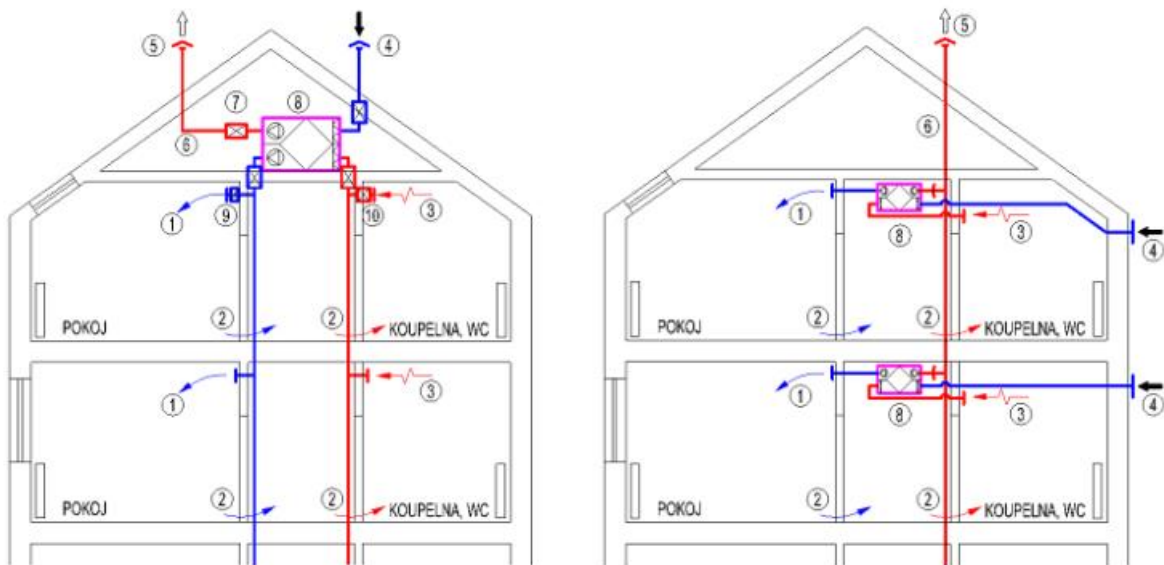
Jako u podtlakového systému je možné i tento systém řešit centrálně nebo lokálně. Kdy v rámci lokálního řešení může docházet k vyšším prostorovým nárokům v rámci každé bytové jednotky. Je ale také nutné řešit možný hluk vzniklý právě systémem, a to tlumiči hluku v rámci trasy potrubí, napojením distribučních prvků přes ohebné potrubí a také opatřením jednotlivých zařízení tlumícími prvky.

Dále je nutné zmínit, že můžeme systém řídit dle průtoku vzduchu, kdy můžeme využívat různé zařízení k řízení průtoku vzduchu:

- Zařízení s konstantním průtokem vzduchu. Funguje v režimu, kdy klapka je zavřená a neproudí zařízením vzduch nebo je naopak otevřená a zařízením vzduch proudí. Nezohledňuje tedy aktuální potřebu vzduchu. Je možné v zařízení upravovat teplotu.
- Zařízení s proměnným průtokem vzduchu. Zařízení naopak funguje v režimu, když zohledňuje aktuální potřebu vzduchu v prostoru. Je možné zařízení vybavit ohříváčem nebo chladičem vzduchu pro úpravu teploty. Příkladem zařízení je například VAV box. Výhodou využití tohoto systému je právě úprava teploty vzduchu dle potřeby, ale také

možnost úspory energie. Nevýhodou je právě opět komplexita systému, kdy je třeba navrhnout účinnou regulaci a měření. Je nutné také opět systém ošetřit z hlediska hluku.

Na obrázku 19 jsou zobrazena schémata pro centrální systém na levé straně a na pravé straně pro lokální systém.

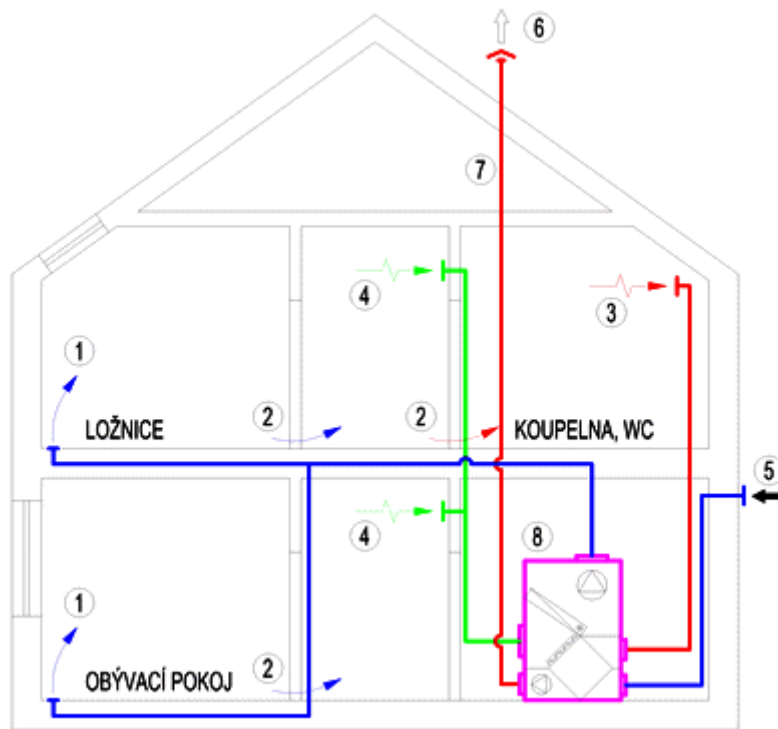


Obrázek 19: Schéma rovnotlakého větrání s přívodem a odvodem vzduchu [11]

1 přiváděný venkovní vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 sání venkovního vzduchu, 5 odpadní vzduch, 6 potrubní síť, 7 tlumič hluku, 8 větrací jednotka se ZZT, 9 alternativní dohřev, 10 přeslechový tlumič

3.2.2.3 Teplovzdušné vytápění

Systém se využívá současně k vytápění a větrání objektu. Pro předehřev vzduchu se využívá výměník zpětného získávání tepla, který zajišťuje úsporu energie. Vzduch je poté upraven na požadované parametry ve vzduchotechnické jednotce. Vzduch jako teponosná látka dosahuje nižších fyzikálních hodnot než voda a je horším nosičem tepla právě například kvůli nižšímu měrnému teplu. Kvůli tomu dochází k větším dimenzím rozvodů a systém klade větší prostorové nároky na využití. Nevýhodou je obtížná regulace teploty v jednotlivých místnostech a vyšší spotřeba elektrické energie pro pohon ventilátorů. Průtok vzduchu je navržen na krytí části nebo celé tepelné ztráty objektu. V současnosti se můžeme setkat s využitím systémů spíše například v novostavbách rodinných domů. [12]

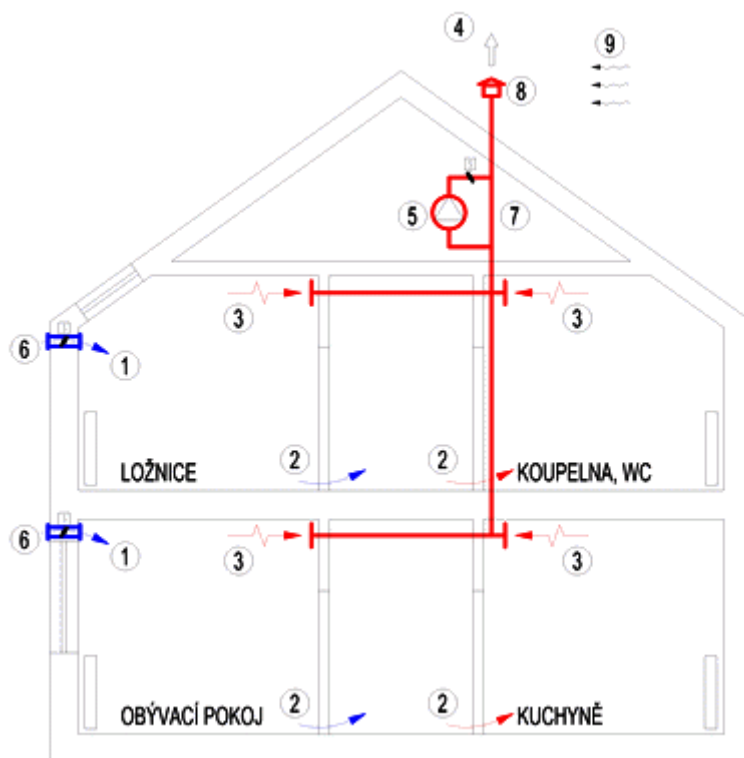


Obrázek 20: Schéma teplovzdušného vytápění [11]

1 přiváděný vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 cirkulační vzduch, 5 sání venkovního vzduchu, 6 odpadní vzduch, 7 potrubní síť, 8 větrací jednotka se ZZT, cirkulací a ohřevem

3.2.3 Hybridní větrání

Jako poslední možnost větrání, kterou v této části zmíníme je hybridní větrání. Tento systém využívá prvky přirozeného i nuceného větrání, kdy funguje ve dvou režimech. Systém využívá co nejvíce přirozené větrání, jehož podmínky jsme vyjmenovali v kapitole 3.2.1. Pokud je účinek nedostačující, tak systém doplňuje nucené větrání. Cílem je při maximální úspoře energie zajistit požadovanou kvalitu vzduchu za použití obou systémů. Pro funkčnost systému je tedy nutné navrhnout řídicí systém, dle kterého se budou jednotlivé režimy přepínat, a to například dle koncentrace CO_2 v prostorech. V rámci zimního období, kdy účinnost přirozeného větrání je vyšší, je možné omezit vliv nuceného větrání. Nevýhodou tohoto systému je tedy opět vyšší podíl tepelných ztrát vlivem využití přirozeného větrání, ale ovšem znatelně menší než u ostatních typů pouze přirozeného větrání, kdy v tomto případě je možno přirozené větrání regulovat.



Obrázek 21: Schéma hybridního větrání

3.2.4 Volba pro apartmánový dům

Na základě jednotlivě popsaných systémů větrání zvolíme vhodný systém, který bude odpovídat normovým požadavkům, ale bude také vhodný z hlediska zajištění komfortu uživatelů a například regulace. Pro přehlednost můžeme využít zpracovanou tabulku 1.

Tabulka 1: Porovnání systémů větrání

Způsob větrání	Požadavky dle normy [2,3]	Tepelné ztráty vlivem větrání	Vhodné pro novostavby	Úpravy vzduchu, regulace	Vstupní investice a náročnost
Přirozené větrání	Nevhodné	Vysoké	Nevhodné	Nelze regulovat ani upravovat	Nižší
Podtlakové větrání	Vhodné	Nižší	Vhodné	Nelze upravovat, lze regulovat	Střední
Rovnotlaké větrání	Vhodné	Minimální	Vhodné	Lze upravovat a regulovat	Vyšší
Hybridní větrání	Vhodné	Nižší než přirozené větrání	Může být vhodné	Částečná regulace, nelze upravovat	Střední

V rámci požadavků v normě [2,3] je přirozené větrání nedostačující z hlediska zajištění dostatečného stabilního průtoku čerstvého vzduchu a odvodu znehodnoceného vzduchu z prostoru. Tento systém bychom uvažovali pro rekonstrukce, nikoliv pro námi řešenou novostavbu. Podtlakovým větráním můžeme zajistit požadovaných hodnot odvodu vzduchu z místností, které norma stanovuje a dále zajistit požadovaný přívod venkovního vzduchu například větracími štěrbinami nebo jinými otvory. Účinnost hybridního větrání by mohla být v tomto případě vysoká i díky poloze zájmového objektu v horské oblasti Klínovce, kdy teplota v průběhu roku je nižší než v jiných oblastech a mohli bychom zajistit účinné doplnění systému přirozeným větráním.

Ovšem rovnotlaké nucené větrání se nám nabízí nejenom z pohledu vyšší kvality a efektivity jako lepší možnost, ale také můžeme díky tomuto systému vytvořit i lepší podmínky pro provoz z hlediska přechodného bydlení k čemuž tento objekt slouží. V rámci návrhu budeme tedy moci vytvořit i více způsobů provozu (*otáček v jednotce*) a navrhnout systém tedy i co nejlépe z pohledu regulace, a i ekonomického provozu v závislosti na užívání apartmánových jednotek uživateli.

Pro apartmánový dům tedy využijeme centrální rovnotlaké nucené větrání a dále detailně rozebereme další parametry tohoto systému již konkrétně pro námi řešený objekt.

3.3 Větrání bytových jednotek

Přívod čerstvého vzduchu a odvod vzduchu budeme řešit ve dvou rozdílných bytových jednotkách, které se v apartmánovém domě nacházejí. Jak již bylo v popisu objektu zmíněno, v každém podlaží se nacházejí dva byty typu 3+KK a dva typu 2+KK, kdy dům má celkem 4 podlaží. Nyní konkrétně pro tyto typy apartmánových jednotek stanovíme nutný objemový průtok čerstvého vzduchu a nutný objemový průtok odvodu vzduchu. Návrh vychází z normy ČSN EN 15665 Z1. [3]

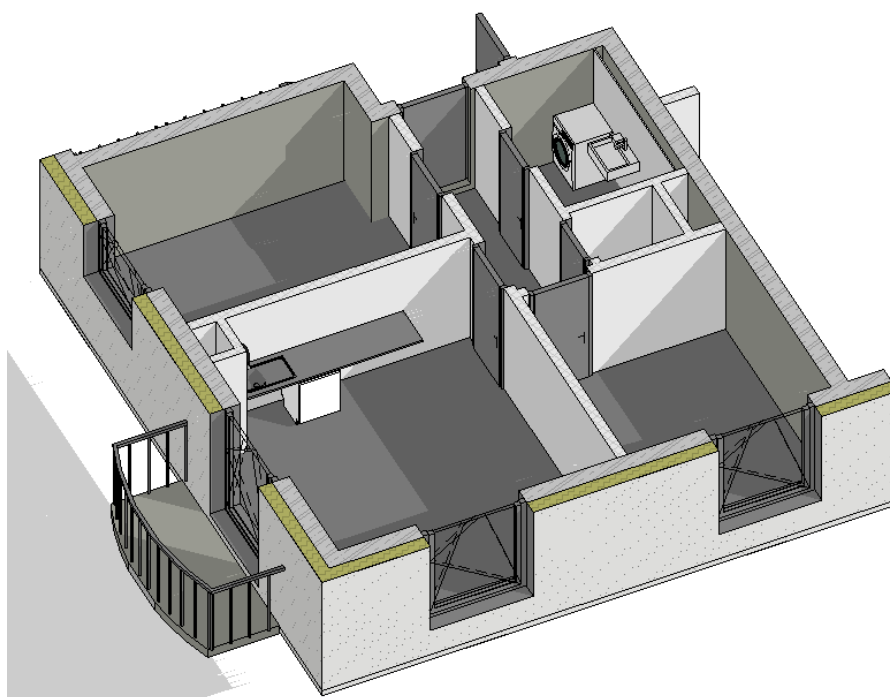
3.3.1 Byt 3+KK

3.3.1.1 Popis apartmánové jednotky

V bytě 3+KK se nachází dva pokoje, obývací pokoj společný s kuchyní, oddělená koupelna a WC, kdy celková plocha místností je rovna téměř 50 m² a objem bytu se rovná 129 m³. Blíže jsou hodnoty vypsány v následující *tabulce 2*. Pod tabulkou je také přiložen výřez stavebního modelu apartmánu.

Tabulka 2: Tabulka místností apartmánu 3+KK

TABULKA MÍSTNOSTÍ		
Místnost	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
Chodba	4,0	10,4
Koupelna	4,0	10,5
Pokoj 2	12,8	33,2
Obývací pokoj + KK	18,1	47,1
Pokoj 1	9,7	25,1
WC	1,2	3,2
Σ	49,8	129



Obrázek 22: Výřez stavebního modelu apartmánu 3+KK

3.3.1.2 Návrh rovnotlakého větrání pro apartmán 3+KK

V rámci tohoto návrhu se budeme zabývat přívodem čerstvého upraveného vzduchu a odvodem vzduchu. Do obytných místností, konkrétně do obou pokojů a obývacího pokoje s kuchyňským koutem navrhne přívod vzduchu distribučními prvky a vzduch budeme odvádět z koupelny, WC, ale také kuchyně. Jednotlivé místnosti budou propojeny převodními prvky, pro zajištění převodu vzduchu v rámci celého apartmánu.

Pro provoz apartmánu navrhne průtok vzduchu ve 3 stupních, kdy námi později řešená jednotka a systém budou schopné fungovat v těchto 3 otáčkách. Bude se jednat konkrétně o trvalé větrání v nepřítomnosti osob (1. otáčky), trvalé větrání za přítomnosti osob (2. otáčky) a také o nárazové větrání (3. otáčky).

Pro stanovení objemových průtoků přívodního a odvodního vzduchu do jednotlivých místností vyjdeme z normových požadavků [2,3], kdy hodnoty odvodu vzduchu nárazového větrání (3. otáčky) navrhujeme dle doporučených hodnot v tabulce NA.1 v normě. [3] Ovšem základem pro objemový průtok přívodního čerstvého vzduchu bude stupeň trvalého větrání za přítomnosti osob (2. otáčky), kdy navrhujeme nutný objem čerstvého vzduchu na základě počtu v osob v místnostech a doporučené dávky venkovního vzduchu na 1 osobu. Tu opět budeme uvažovat ze stejné tabulky NA.1, kdy hodnota je rovna **25 m³/h na osobu**.

Postupujeme tedy tak, že máme pevně zvolené hodnoty dle normy pro odvod vzduchu v nárazovém větrání (3. otáčky) a hodnoty pro přívod venkovního vzduchu v trvalém větrání za přítomnosti osob (2. otáčky). Zbylé hodnoty dle rovnoměrného poměru mezi otáčkami dopočteme a tím i zajistíme jednodušší regulaci pro náš vzduchotechnický systém, kdy hodnoty objemových průtoků se budou ve stejném poměru v rámci otáček snižovat nebo zvyšovat.

Nárazové větrání (3. otáčky)

Nejdříve navrhujeme tedy nárazové větrání, které bude obsahovat nejvyšší hodnoty jednotlivých objemových průtoků. Tento stupeň větrání bude využit v případě nutnosti zvýšeného odvodu vzduchu vlivem využívání koupelny nebo například vaření. Při návrhu vycházíme z doporučených hodnot uvedených v normě [3], kde jsou uvedeny požadavky na větrání obytných budov. Konkrétně se jedná o tabulku NA.1, která je zobrazena níže.

Tabulka 3: Tabulka NA.1- Požadavky na větrání obytných budov z normy [3]

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /(h·os)]	Kuchyně [m ³ /h]	Koupelny [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

V níže uvedené dvojici tabulek jsou zpracované hodnoty pro odvod vzduchu a pro přívod vzduchu. Kdy hodnoty pro odvod vzduchu tedy vychází z doporučených hodnot v tabulce 3. Hodnoty přívodu vzduchu jsou již vypočtené na základě poměru, který je podrobněji rozebrán v následující kapitole trvalého větrání za přítomnosti osob (2. otáčky).

Tabulka 4: Návrhové hodnoty pro nárazové větrání (3. otáčky) apartmán 3+KK

ODVOD			PŘÍVOD		
NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÍ (3. OTÁČKY)			NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÍ (3. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka	Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	150	m ³ /h	Pokoj – jih	72,5	m ³ /h
WC	50	m ³ /h	Pokoj – sever	72,5	m ³ /h
Koupelna	90	m ³ /h	Obývací pokoj	145	m ³ /h
Σ	290	m³/h	Σ	290	m³/h

Stále větrání – trvalé větrání za přítomnosti osob (2. otáčky)

Tento stupeň větrání zohledňuje provoz, kdy osoby jsou přítomné v apartmánu a jedná se o běžný provoz. Pro výpočet objemového průtoku čerstvého vzduchu využijeme dříve zmíněnou doporučenou dávku na 1 osobu z normy [3], která je rovna **25 m³/h na osobu**.

Pro návrh budeme tedy potřebovat uvažované obsazení místností, dle kterého objemový průtok navrhujeme. Důležité pro návrh je také to, že navrhujeme plnou kapacitu apartmánové jednotky. Kdy v případě jednotky 3+KK se jedná o 4 osoby. Obsazení jednotlivých místností je znázorněno níže v *tabulce 5*.

Tabulka 5: Obsazení místnosti v apartmánu 3+KK

Místnost	Počet osob	Průtok čerstvého vzduchu
Obývací pokoj+KK	4	100 m ³ /h
Pokoj – jih	2	50 m ³ /h
Pokoj – sever	2	50 m ³ /h

Pro trvalé větrání (2. otáčky) navrhujeme tedy tyto hodnoty objemových průtoků vzduchu.

Tabulka 6: Návrhové hodnoty pro trvalé větrání (2. otáčky) apartmán 3+KK

ODVOD			PŘÍVOD		
TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)			TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka	Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	103	m ³ /h	Pokoj – jih	50	m ³ /h
WC	34	m ³ /h	Pokoj – sever	50	m ³ /h
Koupelna	62	m ³ /h	Obývací pokoj	100	m ³ /h
Σ	200	m³/h	Σ	200	m³/h

Zmíněný poměr v předešlých kapitolách na základě kterého dopočítáváme jednotlivé hodnoty objemových průtoků, funguje dle jednoduchého poměru mezi jednotlivými průtoky. Výpočet si například můžeme ukázat právě u výpočtu objemového průtoku odvodu vzduchu u trvalého větrání, kdy výpočet je následovný:

$$V_o = \frac{V_{OP} \cdot V_{PC}}{V_{OPC}} [m^3/h] \quad (1)$$

- Kde: V_o množství odváděného vzduchu počítaného prostoru [m^3/h]
 V_{OP} množství odváděného vzduchu počítaného prostoru z předchozího stupně [m^3/h]
 V_{PC} celkové množství přiváděného vzduchu ve stejném stupni [m^3/h]
 V_{OPC} celkové množství odváděného vzduchu z předchozího stupně [m^3/h]

$$V_{o,kuchyně} = \frac{150 \cdot 200}{290} = \mathbf{103 \text{ m}^3/h}$$

$$V_{o,WC} = \frac{50 \cdot 200}{290} = \mathbf{34 \text{ m}^3/h}$$

$$V_{o,koupelna} = \frac{90 \cdot 200}{290} = \mathbf{62 \text{ m}^3/h}$$

Můžeme si všimnout, že hodnoty průtoků, které nám vycházejí pro jednotlivé místnosti stále splňují požadavky v *tabulce 3*, kdy naše výsledky se mírně pohybují nad hranicí minimální hodnoty odvodu vzduchu pro *nárazové větrání*.

Je nutné také ověřit, že námi stanovené hodnoty splňují minimální intenzitu větrání pro obytné místnosti uvedenou v normě. [3] To pomocí vztahu:

$$I = \frac{V_P}{O} [h^{-1}] \quad (2)$$

- Kde: I intenzita větrání [h^{-1}]
 V_P množství přivodního čerstvého vzduchu [m^3/h]
 O objem větraného prostoru [m^3]

Tabulka 7: Intenzita větrání v obytných místnostech apartmánu 3+KK

Místnost	Množství vzduchu V_p [m ³ /h]	Objem větraného prostoru O [m ³]	Intenzita větrání I [h ⁻¹]
Obývací pokoj	100	47,1	2,1
Pokoj – jih	50	25,1	2
Pokoj – sever	50	33,2	1,5

Hodnoty intenzity větrání v obytných místnostech jsou v souladu s doporučenou hodnotou v normě ČSN EN 15251 pro kvalitu vzduchu, která je 0,5-0,7 h⁻¹. Uvedenou hodnotu tedy splňujeme a zajišťujeme vyšší výměnu vzduchu, než je uvedena v normě.

Minimální větrání – trvalé větrání v nepřítomnosti osob (1. otáčky)

Poslední stupeň větrání zohledňuje provoz, kdy osoby nebudou přítomné v apartmánu. Jelikož objekt slouží pro přechodné bydlení, tento stupeň je vhodný navrhnout v rámci vzduchotechnického systému pro úspornější provoz.

Výpočet celkového objemového průtoku vychází na základě normy [3], která uvádí, že v době, kdy obytné budovy nejsou dlouhodobě užívány lze připustit provoz s nižší intenzitou větrání 0,1 h⁻¹ vztaženou k celkovému vnitřnímu objemu bytu. Pro výpočet využijeme upravenou rovnici (2), která má následující tvar.

$$V_p = I \cdot O_c [h^{-1}] \quad (3)$$

Kde: I intenzita větrání [h⁻¹]

V_p množství přívodního čerstvého vzduchu [m³/h]

O_c celkový objem vnitřního prostoru [m³]

$$V_p = 0,1 \cdot 129 \doteq \mathbf{13 \text{ m}^3/h}$$

Pro rozdělení objemových průtoků vzduchu do jednotlivých místností využijeme vypočtenou hodnotu 13 m³/h a dle stejného výpočtu poměru, který jsme uváděli v předchozí kapitole, jednotlivé průtoky vypočteme.

Tabulka 8: Návrhové hodnoty pro minimální větrání (1. otáčky) apartmán 3+KK

ODVOD		
MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	7	m ³ /h
WC	2	m ³ /h
Koupelna	4	m ³ /h
Σ	13	m ³ /h

PŘÍVOD		
MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj – jih	3	m ³ /h
Pokoj – sever	3	m ³ /h
Obývací pokoj	6	m ³ /h
Σ	13	m ³ /h

3.3.1.3 Distribuční prvky

Pro distribuci vzduchu v apartmánové jednotce je nutné navrhnout vyústky vzduchotechnického systému. Pro dimenzování využijeme nárazové větrání, které dosahuje nejvyšších hodnot objemových průtoků. V našem případě pro výsledné hodnoty můžeme navrhnout talířové ventily. Obecně bychom mohli rozdělit jednotlivé průtoky v místnostech *dle přiložené tabulky 9*.

Tabulka 9: Rozdělení objemových průtoků do distribučních prvků v apartmánu 3+KK

Název prvku	Přívod/odvod	Objem vzduchu	Jednotka
OBÝVACÍ POKOJ+ KK			
talířový ventil	přívodní	72,5	m ³ /h
talířový ventil	přívodní	72,5	m ³ /h
talířový ventil	odvodní	75	m ³ /h
talířový ventil	odvodní	75	m ³ /h
POKOJ – JIH			
talířový ventil	přívodní	73	m ³ /h
POKOJ – SEVER			
talířový ventil	přívodní	73	m ³ /h
WC			
talířový ventil	odvodní	50	m ³ /h
KOUPELNA			
talířový ventil	odvodní	90	m ³ /h
Σ		0	m ³ /h

Konkrétně v našem návrhu využijeme pro přívodní prvky talířové ventily typu TVPM MANDÍK 100 a pro odvodní prvky talířové ventily typu TVOM MANDÍK 100 a 125. Mezi podmínky pro vyhovující návrh patří požadavek, aby rychlost vzduchu z vyústky byla menší nebo rovna 0,25 m/s a aby hladina akustického výkonu byla menší než 35 dB. Distribuční prvky navrhne dle dostupných údajů a grafů z technických listů společnosti MANDÍK.

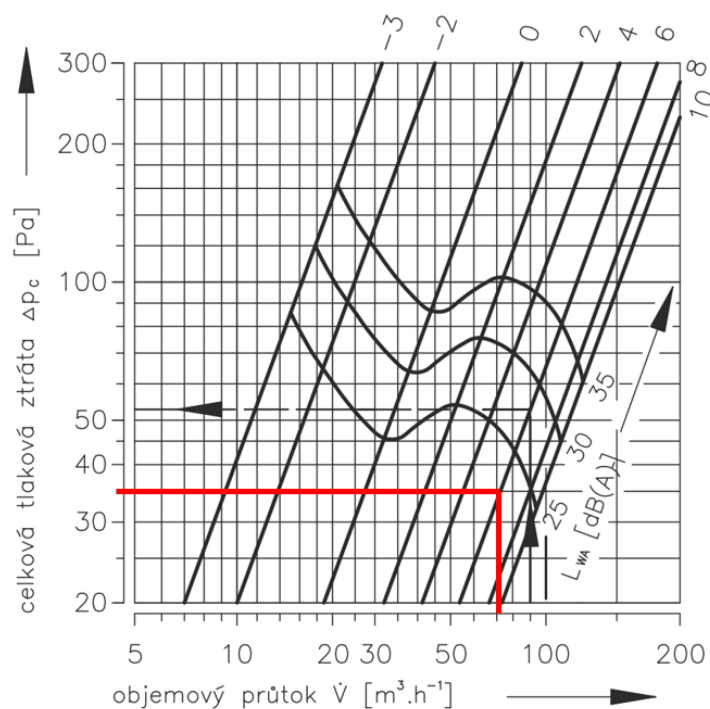
V kuchyni se také nachází recirkulační digestoř, která zbaví znečištěný vzduch od pachů a tuků vlivem vaření. Vlhkost vzniklá vařením je odvedena již vzduchotechnickým systémem. Talířový ventil je vhodné umístit alespoň 500 mm od sporáku, kvůli zabránění odvodu znečištěného vzduchu zmíněnými pachy a tuky. Důležité je také zmínit, že v kuchyni apartmánu se nachází elektrická varná deska nikoliv plynový sporák, který má vyšší produkci spalin.

Tlakovou ztrátu a hladinu akustického výkonu získáme z výše zmíněného grafu, kdy na ose x vyneseme objemový průtok a protne na příslušné křivce, která znázorňuje vzdálenost nastavení ventilu. Na ose y můžeme odečíst tlakovou ztrátu. Hladina akustického výkonu je znázorněna v poli grafu v rámci křivek pohybující se v různých hodnotách.

Přívodní distribuční prvky

Tabulka 10: Návrh přívodních distribučních prvků v apartmánu 3+KK

Název místnosti Název prvku	Vnitřní průměr d1 [mm]	Objem vzduchu V [m ³ /h]	Rychlost vzduchu v [m/s]	Požadavek ≤0,25 m/s	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp _c [Pa]	Hladina akustického výkonu L _{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
OBÝVACÍ POKOJ									
TVPM 100 MANDÍK	99	72,5	0,2	VYHOVUJE		35	20	VYHOVUJE	6
TVPM 100 MANDÍK	99	72,5	0,2	VYHOVUJE		35	20	VYHOVUJE	6
POKOJ – JIH									
TVPM 100 MANDÍK	99	73	0,2	VYHOVUJE		35	20	VYHOVUJE	6
POKOJ – SEVER									
TVPM 100 MANDÍK	99	73	0,2	VYHOVUJE		35	20	VYHOVUJE	6

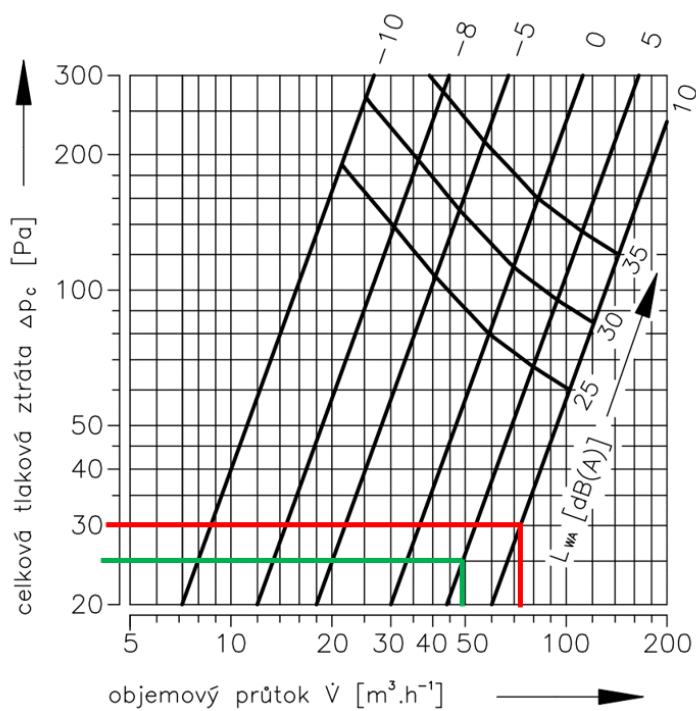


Obrázek 23: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 100 MANDÍK

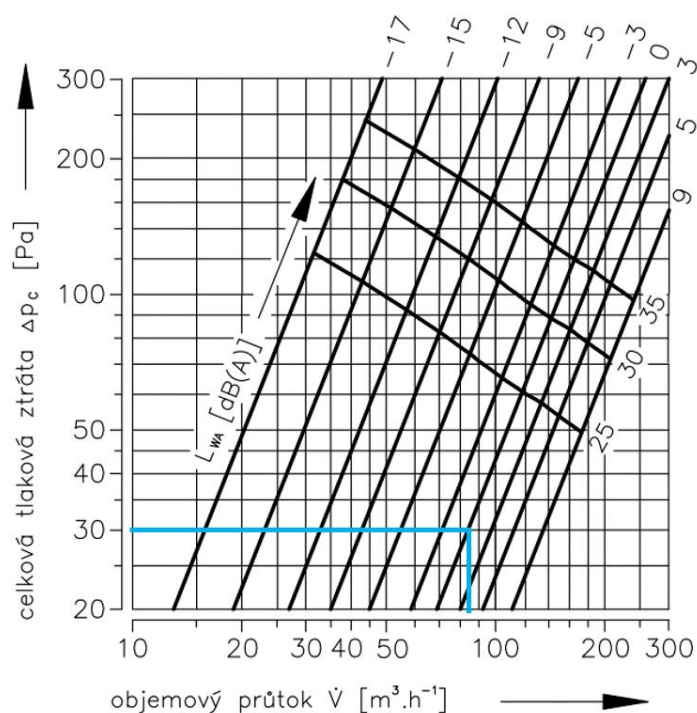
Odvodní distribuční prvky

Tabulka 11: Návrh odvodních distribučních prvků v apartmánu 3+KK

Název místnosti Název prvku	Vnitřní průměr d_1 [mm]	Objem vzduchu V [m ³ /h]	Rychlost vzduchu v [m/s]	Požadavek $\leq 0,25$ m/s	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp_c [Pa]	Hladina akustického výkonu L_{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
OBÝVACÍ POKOJ									
TVOM 100 MANDÍK	99	75	0,21	VYHOVUJE	red	30	10	VYHOVUJE	10
TVOM 100 MANDÍK	99	75	0,21	VYHOVUJE	red	30	10	VYHOVUJE	10
WC									
TVOM 100 MANDÍK	99	50	0,14	VYHOVUJE	green	25	5	VYHOVUJE	5
KOUPELNA									
TVOM 125 MANDÍK	124	90	0,2	VYHOVUJE	blue	30	10	VYHOVUJE	0



Obrázek 24: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVOM 100 MANDÍK



Obrázek 25: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 125 MANDÍK

3.3.1.4 Převodní prvky

Pro propojení jednotlivých místností apartmánové jednotky v rámci převodu vzduchu z obytných místností do prostoru hygienického zázemí a chodeb slouží převodní otvory. Jedná se například o spáry pode dveřmi nebo stěnové otvory. Dle normy [3] je opět doporučeno dimenzovat otvory na rychlost proudění v čistém průřezu do 0,5 m/s. Otvory mezi obytnými místnostmi a chodbou jsou navrženy pro trvalé větrání (2. otáčky) a otvory mezi chodbou a hygienickým zázemím jsou navrženy pro nárazové větrání (3. otáčky).

Tabulka 12: Návrh převodních prvků v apartmánu 3+KK

Místnost	Převodní otvor	Šířka [m]	Výška [m]	Průtočná plocha [m ²]	Účinná plocha [m ²]	Průtok vzduchu [m ³ /h]	Rychlost v převodním otvoru [m/s]	Mezní hodnota 0,5 m/s
Obývací pokoj + KK	Dveřní mřížka	0,5	0,2	0,1	0,07	100	0,4	VYHOVUJE
Pokoj – jih	Dveřní mřížka	0,4	0,1	0,04	0,03	50	0,46	VYHOVUJE
Pokoj – sever	Dveřní mřížka	0,4	0,1	0,04	0,03	50	0,46	VYHOVUJE
Koupelna	Dveřní mřížka	0,5	0,2	0,1	0,07	90	0,36	VYHOVUJE
WC	Dveřní mřížka	0,4	0,1	0,04	0,03	50	0,46	VYHOVUJE

3.3.1.5 Návrh regulačního prvku – SMART boxu

Pro náš navržený systém je třeba zvolit regulační prvek, který bude schopný přepínat na základě námi navržené další regulace mezi jednotlivými stupni větrání (*otáčkami*). Jako tento prvek zvolíme SMART box od společnosti ATREA, který nabízí široké možnosti optimalizace a ovládání pro námi řešené apartmánové jednotky.

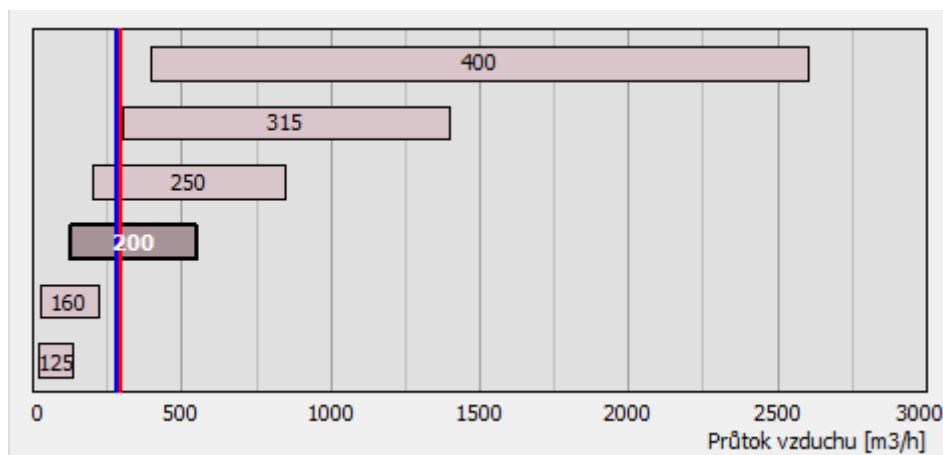


Obrázek 26: SMART box od společnosti ATREA – kompaktní provedení [13]

Mezi přednosti SMART boxu, které využijeme je schopnost zónování a možnost upřednostňujícího odvodu ze zájmového prostoru a různorodého nastavení regulace. Díky této možnosti můžeme nastavit pro jednotlivé místnosti dle předchozích kapitol uvažované stupně větrání. Stupně můžeme přepínat na základě senzorů, spínačů, ale také z webového rozhraní, kdy společnost ATREA má vyvinutou aplikaci pro koncové uživatele, díky které mohou systém ovládat. Pro správce je také vyvinuté prostředí, které umožňuje snadný dohled nad systémem a automatické hlášení poruch. Posledním důležitým aspektem v rámci kontroly a regulace je také skutečnost, že systém poskytuje podklady pro rozúčtování nákladů na provoz centrální jednotky pro jednotlivé SMART boxy. Důležité je také zmínit, že je možné lokálně v prvku upravovat (*ohřívat*) teplotu přívodního vzduchu.

Návrh SMART boxu

Pro návrh konkrétního prvku využijeme návrhovou aplikaci společnosti ATREA, která má zabudovaný doplněk v programu Revit 2022. Pro námi zadané podmínky, nám aplikace doporučí vhodný model SMART boxu. V našem případě volíme typ SMART box 200. Grafické znázornění ostatních modelů můžeme vidět níže na *obrázku 27*.



Obrázek 27: Grafické znázornění výběru SMART boxu

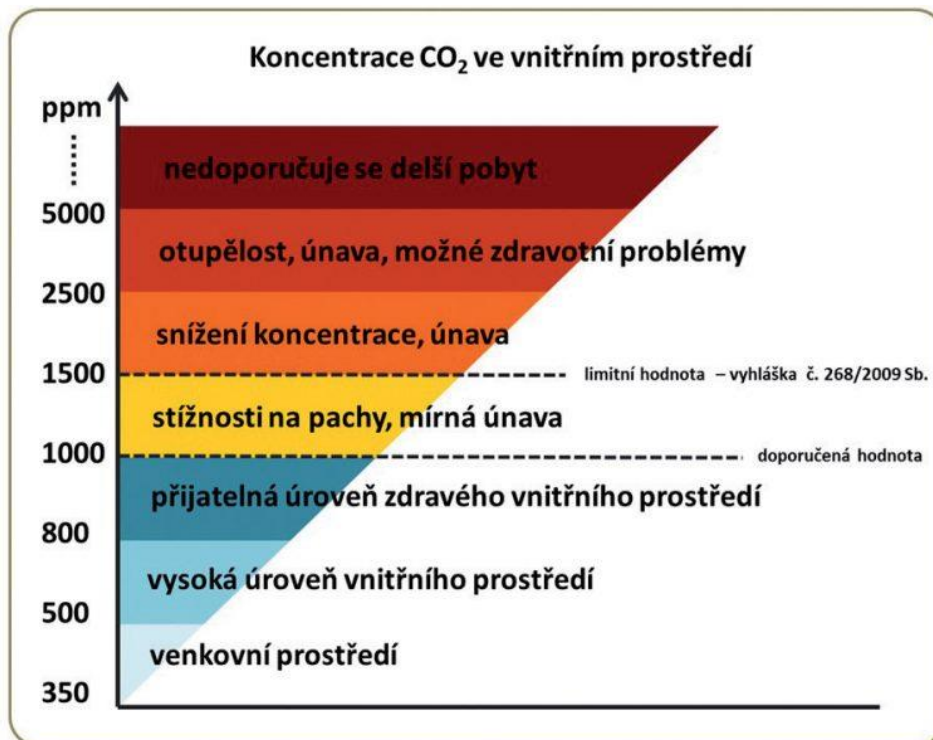
SMART box je také možné zapojit různými způsoby ať v kompaktním provedení vedle sebe ve dvojici nebo separátně v maximální vzdálenosti 20 m od sebe. V našem případě využijeme možnosti zapojit SMART boxy separátně, kdy větev přívodu čerstvého vzduchu a větev odvodu vzduchu budeme řešit ve dvou rozdílných šachtách z důvodu geometrie nejenom v rámci apartmánu a podlaží, ale také z důvodu geometrie potrubí v 1.PP.

3.3.1.6 Návrh regulace v apartmánové jednotce

Je nutné navrhnout jakými způsoby budeme v jednotlivých místnostech přepínat mezi stupni větrání vzduchotechnického systému (*otáčkami*). Je vhodné navrhnout systém, který je co nejvíce nezávislý na lidském faktoru, pro zajištění námi navrhované účinnosti systému. Z pohledu odvodu vzduchu nebývá problém pro uživatele využít vzduchotechnický systém v kuchyni nebo v koupelně, ale naopak bývá problém s přívodem upraveného čerstvého vzduchu, kdy lidé nedokážou vnímat zvýšenou hodnotu CO₂ ve vzduchu a s ním spojenou nižší kvalitu ovzduší v interiéru. Není tedy vhodné, aby docházelo k modelové situaci, kdy uživatelé by mohli mít pocit, že je nutné otevřít okna a využít provětrání pro zlepšení podmínek vzduchu v interiéru.

Proto můžeme navrhnout pro uživatele následující možnosti regulace, kdy v obytných místnostech konkrétně obou pokojích a obývacím pokoji umístíme čidla na CO₂, které při zvýšené koncentraci aktivují vyšší stupeň otáček. Limit čidla aktivujeme na doporučenou hodnotu 1 000 ppm, kdy limitní koncentrace

dle vyhlášky [8] je stanovena na 1 500 ppm. Čidla můžeme propojit se SMART boxem, který přepne mezi jednotlivými stupni větrání. Přehledně na grafu níže můžeme vidět účinky zvýšené koncentrace CO₂ na lidský organismus.



Obrázek 28: Graf znázorňující vliv CO₂ na lidský organismus [14]

V koupelně umístíme čidlo relativní vlhkosti, které přepne na vyšší stupeň otáček v případě zvýšené koncentrace vodních par v prostoru (*nad 90 % relativní vlhkosti*). Blíže se budeme věnovat problematice vlhkosti v prostoru koupelen právě v kapitole 3.8 (*Analýza koupelen v apartmánovém domě*), kde vytvoříme simulace provozu v koupelně a názorně uvidíme modelovou situaci, jak dlouho může být vlhkost v provozu zvýšená.

V místnosti s WC umístíme spínač na změnu otáček společně se spínačem na světlo. Kdy doba, po kterou trvá zvýšený stupeň otáček se může lišit dle ročního období, ale standardně se bude pohybovat do 15 minut. V kuchyni se recirkulační digestoř bude ovládat pomocí příslušného ovládacího panelu přímo na digestoři.

Celý systém je ale možné ovládat přes ovládací panel CP Touch od společnosti ATREA, kterým můžeme regulovat objemové průtoky a také ovládat teplotu přívodního vzduchu. Ten bude umístěný na chodbě. Alternativně lze využít aplikaci v telefonu nebo správu v počítači. Důležité je, že stupeň minimálního větrání je možné aktivovat ve zmíněných aplikacích kdekoli nebo ovladačem před odjezdem uživatelů z apartmánu.

3.3.2 Byt 2+KK

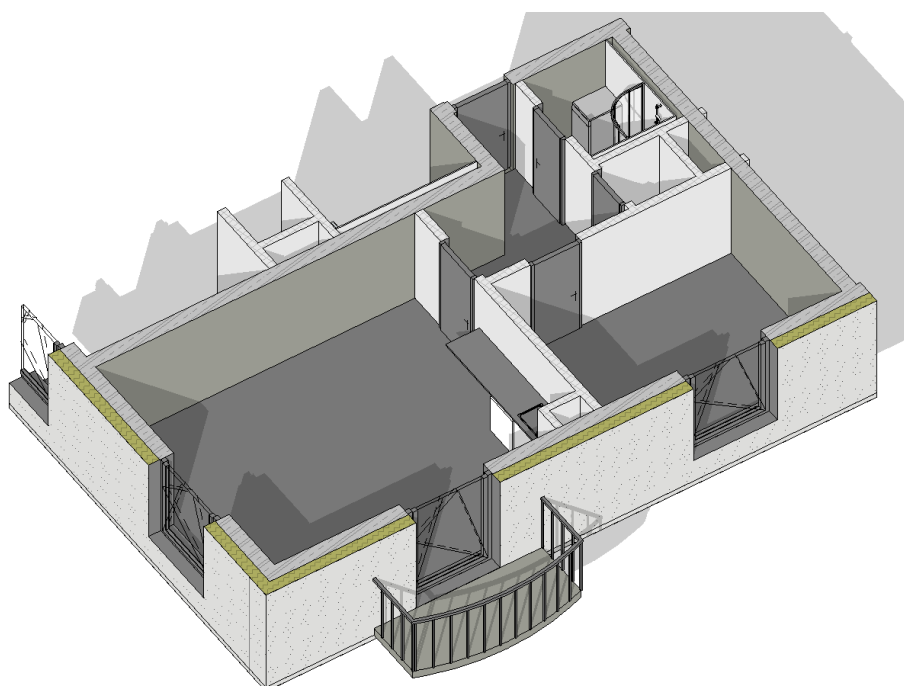
Návrh apartmánové jednotky 2+KK bude obdobný apartmánu 3+KK, kde opět zmíníme jednotlivé podmínky pro návrh, ale v některých případech se již odkážeme na detailní postupy zmíněné v předešlé kapitole.

3.3.2.1 Popis apartmánové jednotky

V bytě 2+KK se nachází jeden pokoj, obývací pokoj společný s kuchyní a oddělená koupelna a WC, kdy celková plocha místností je rovna také téměř 50 m² a objem bytu se rovná také 129 m³. Apartmánové jednotky jsou tedy objemem a plochou stejné, rozdílné hodnoty pozorujeme v rozložení v jednotlivých místnostech. Blíže jsou hodnoty vypsány v *následující tabulce 13*. Pod tabulkou je také přiložen výřez stavebního modelu apartmánu.

Tabulka 13: Tabulka místností apartmánu 2+KK

TABULKA MÍSTNOSTÍ		
Místnost	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
Chodba	5,8	15,1
Koupelna	2,8	7,1
Obývací pokoj + KK	27,2	70,7
Pokoj	12,8	33,4
WC	1,1	2,8
Σ	49,7	129



Obrázek 29: Výřez stavebního modelu apartmánu 2+KK

3.3.2.2 Návrh rovnotlakého větrání pro apartmán 2+KK

V rámci návrhu pro apartmán 2+KK budeme postupovat stejně jako v předchozí kapitole, kdy navrhujeme pro provoz průtok vzduchu ve 3 stupních. Bude se jednat konkrétně opět o trvalé větrání v nepřítomnosti osob (1. otáčky), trvalé větrání za přítomnosti osob (2. otáčky), a také o nárazové větrání (3. otáčky).

Systém výpočtu na základě poměrů a pevných hodnot dle norem [2,3] zůstává stejný jako v předchozí kapitole, kdy v tomto apartmánu budeme pouze uvažovat jinou kapacitu apartmánu a to 3 uživatele.

Nárazové větrání (3. otáčky)

Jedná se opět o stupeň větrání, které bude obsahovat nejvyšší hodnoty objemových průtoků. Vycházíme opět z *tabulky 3*, kde využijeme doporučené hodnoty odvodu vzduchu pro koupelnu a WC. Hodnoty přívodu vzduchu jsou dopočteny jako v minulém případě vysvětleným poměrovým přepočtem. Návrhové hodnoty pro nárazové větrání tedy jsou následující:

Tabulka 14: Návrhové hodnoty pro nárazové větrání (3. otáčky) apartmán 2+KK

ODVOD

NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÍ (3. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	150	m ³ /h
WC	50	m ³ /h
Koupelna	90	m ³ /h
Σ	290	m³/h

PŘÍVOD

NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÍ (3. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj	116	m ³ /h
Obývací pokoj	174	m ³ /h
Σ	290	m³/h

Stále větrání – trvalé větrání za přítomnosti osob (2. otáčky)

V tomto stupni větrání opět zohledňujeme přítomné osoby v běžném provozu apartmánu. Pro výpočet využijeme doporučenou dávku čerstvého vzduchu na 1 osobu, která se rovná **25 m³/h na osobu**.

Jak bylo v úvodu zmíněno uvažujeme rozdílnou kapacitu apartmánu, kdy v tomto případě uvažujeme 3 osoby. Obsazení jednotlivých místností je znázorněno v *tabulce 15*.

Tabulka 15: Obsazení místností v apartmánu 2+KK

Místnost	Počet osob	Průtok čerstvého vzduchu
Obývací pokoj+KK	3	75 m ³ /h
Pokoj	2	50 m ³ /h

Pro trvalé větrání (2.otáčky) tedy navrhujeme následující hodnoty objemových průtoků.

Tabulka 16: Návrhové hodnoty pro trvalé větrání (2. otáčky) apartmán 2+KK

ODVOD			PŘÍVOD		
TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2.OTÁČKY)			TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka	Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	65	m ³ /h	Pokoj	50	m ³ /h
WC	22	m ³ /h	Obývací pokoj	75	m ³ /h
Koupelna	39	m ³ /h	Σ	125	m³/h
Σ	125	m³/h			

I v tomto případě znázorníme výpočet objemových průtoků pro jednotlivé místnosti *dle vzorce (1)*.

$$V_{o,kuchyně} = \frac{150 \cdot 125}{290} = 65 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{o,WC} = \frac{50 \cdot 125}{290} = 22 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{o,koupelna} = \frac{90 \cdot 200}{290} = 39 \text{ m}^3/\text{h}$$

V tomto případě již oproti apartmánu 3+KK se výsledné průtoky pohybují pod hranicí minimálního odvodu, ale v rámci *nárazového větrání*.

Je opět nutné ověřit, že námi navrhované hodnoty splňují požadavky na intenzitu větrání uvedené v normě. [3] Za pomoci *vztahu (2)*.

Tabulka 17: Intenzita větrání v obytných místnostech apartmánu 2+KK

Místnost	Množství vzduchu Vp [m ³ /h]	Objem větraného prostoru O [m ³]	Intenzita větrání I [h ⁻¹]
Obývací pokoj	75	70,7	1,1
Pokoj	50	33,4	1,5

Hodnoty intenzity větrání v obytných místnostech jsou v souladu s doporučenou hodnotou v normě ČSN EN 15251 pro kvalitu vzduchu, která je 0,5-0,7 h⁻¹. Uvedenou hodnotu tedy splňujeme a zajišťujeme vyšší výměnu vzduchu, než je uvedena v normě.

Minimální větrání – trvalé větrání v nepřítomnosti osob (1. otáčky)

Posledním stupněm je opět větrání, které je využito při nepřítomnosti osob. Pro výpočet objemového průtoku využijeme vztah (3) stejným způsobem jako v předchozí kapitole.

$$V_p = I \cdot O_c = 0,1 \cdot 129 \doteq 13 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabulka 18: Návrhové hodnoty pro minimální větrání (1. otáčky) apartmán 2+KK

ODVOD			PŘÍVOD		
MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)			MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka	Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	7	m ³ /h	Pokoj	5	m ³ /h
WC	2	m ³ /h	Obývací pokoj	8	m ³ /h
Koupelna	4	m ³ /h	Σ	13	m³/h
Σ	13	m³/h			

3.3.2.3 Distribuční prvky

Pro distribuci vzduchu v apartmánu navrhujeme opět výústky vzduchotechnického systému na hodnoty nárazového větrání. Postup je obdobný jako v minulé kapitole, kdy nejdříve rozdělíme objemový průtok do jednotlivých distribučních prvků v tabulce 19.

Tabulka 19: Rozdělení objemových průtoků do distribučních prvků v apartmánu 2+KK

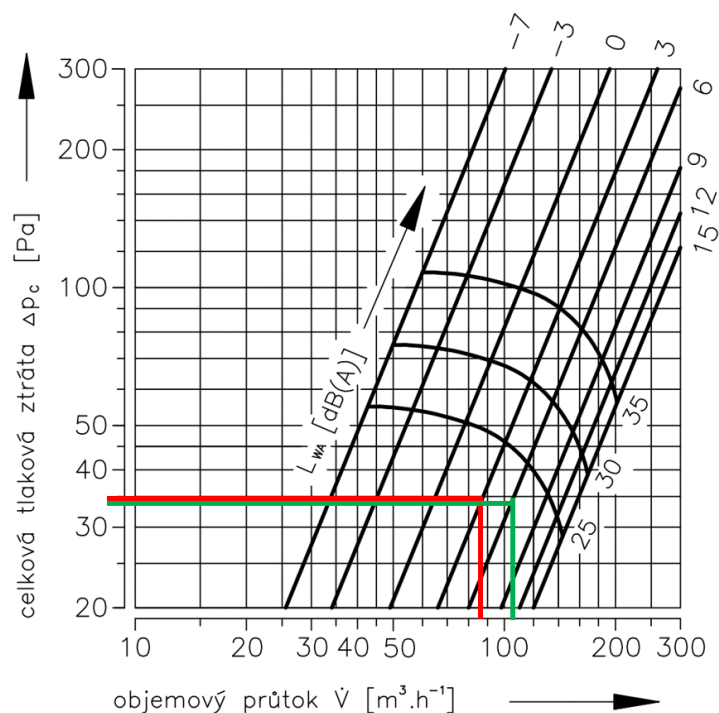
Název prvku	Přívod/odvod	Objem vzduchu	Jednotka
OBÝVACÍ POKOJ+KK			
talířový ventil	přívodní	87	m ³ /h
talířový ventil	přívodní	87	m ³ /h
talířový ventil	odvodní	75	m ³ /h
talířový ventil	odvodní	75	m ³ /h
POKOJ			
talířový ventil	přívodní	116	m ³ /h
WC			
talířový ventil	odvodní	50	m ³ /h
KOUPELNA			
talířový ventil	odvodní	90	m ³ /h
Σ		0	m³/h

Využijeme prvky stejného typu jako v apartmánu 3+KK, kdy pro přívodní prvky zvolíme talířové ventily TVPM 125 MANDÍK a pro odvodní prvky talířové ventily TVOM MANDÍK 100 a 125. Opět ověříme, zda je splněn požadavek, kdy rychlost vzduchu z vyústky je menší nebo rovna 0,25 m/s a aby hladina akustického výkonu byla menší než 35 dB. Návrh doložíme dle technických listů od výrobce společnosti MANDÍK. V kuchyni také bude použita recirkulační digestoř jako v apartmánu 3+KK.

Přívodní distribuční prvky

Tabulka 20: Návrh přívodních distribučních prvků v apartmánu 2+KK

Název místnosti Název prvku	Vnitřní průměr d_1 [mm]	Objem vzduchu V [m ³ /h]	Rychlost vzduchu v [m/s]	Požadavek $\leq 0,25$ m/s	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp_c [Pa]	Hladina akustického výkonu L_{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
OBÝVACÍ POKOJ									
TVPM 125 MANDÍK	124	87	0,19	VYHOVUJE	červená	35	20	VYHOVUJE	3
TVPM 125 MANDÍK	124	87	0,19	VYHOVUJE	červená	35	20	VYHOVUJE	3
POKOJ									
TVPM 125 MANDÍK	124	116	0,26	VYHOVUJE	zelená	35	20	VYHOVUJE	6



Obrázek 30: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 125 MANDÍK

Odvodní distribuční prvky

Tabulka 21: Návrh odvodních distribučních prvků v apartmánu 2+KK

Název místnosti Název prvku	Vnitřní průměr d1 [mm]	Objem vzduchu V [m ³ /h]	Rychlost vzduchu v [m/s]	Požadavek ≤0,25 m/s	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp _c [Pa]	Hladina akustického výkonu L _{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
OBÝVACÍ POKOJ									
TVOM 100 MANDÍK	99	75	0,21	VYHOVUJE		30	10	VYHOVUJE	10
TVOM 100 MANDÍK	99	75	0,21	VYHOVUJE		30	10	VYHOVUJE	10
WC									
TVOM 100 MANDÍK	99	50	0,14	VYHOVUJE		25	5	VYHOVUJE	5
KOUPELNA									
TVOM 125 MANDÍK	124	90	0,2	VYHOVUJE		30	10	VYHOVUJE	0

Grafy pro návrh odvodních prvků jsou totožné s těmi v předchozí kapitole 3.3.1.3 na straně 37 a 38.

3.3.2.4 Převodní prvky

Pro propojení jednotlivých místností apartmánové jednotky v rámci převodu vzduchu z obytných místností do prostoru hygienického zázemí a chodeb slouží převodní otvory. Jedná se například o spáry pode dveřmi nebo stěnové otvory. Dle normy [3] je opět doporučeno dimenzovat otvory na rychlost proudění v čistém průřezu do 0,5 m/s. Otvory mezi obytnými místnostmi a chodbou jsou navrženy pro trvalé větrání (2. otáčky) a otvory mezi chodbou a hygienickým zázemím jsou navrženy pro nárazové větrání (3. otáčky).

Tabulka 22: Návrh převodních prvků v apartmánu 2+KK

Místnost	Převodní otvor	Šířka [m]	Výška [m]	Průtočná plocha [m ²]	Účinná plocha [m ²]	Průtok vzduchu [m ³ /h]	Rychlost v převodním otvoru [m/s]	Mezní hodnota 0,5 m/s
Obývací pokoj + KK	Dveřní mřížka	0,5	0,2	0,1	0,07	75	0,3	VYHOVUJE
Pokoj	Dveřní mřížka	0,4	0,1	0,04	0,03	50	0,46	VYHOVUJE
Koupelna	Dveřní mřížka	0,5	0,2	0,1	0,07	90	0,36	VYHOVUJE
WC	Dveřní mřížka	0,4	0,1	0,04	0,03	50	0,46	VYHOVUJE

3.3.2.5 Návrh regulačního prvku – SMART boxu

V apartmánu využijeme stejný regulační prvek – SMART box, jehož vlastnosti a odůvodnění použití jsme zmínili v kapitole o apartmánu 3+KK.

Návrh SMART boxu

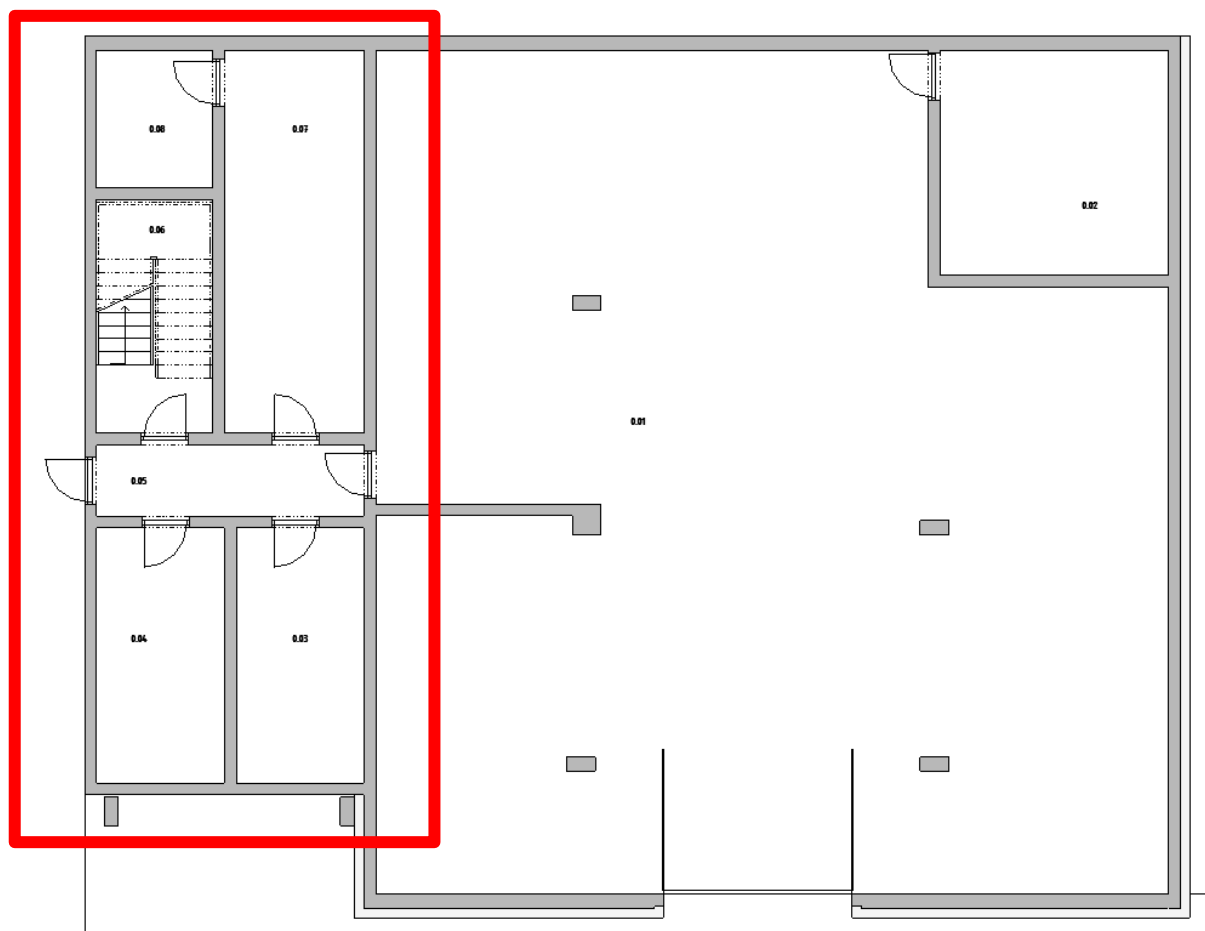
Dimenze prvku je totožná jako u apartmánu 3+KK, volíme typ SMART box 200, kdy využijeme separátní zapojení.

3.3.2.6 Návrh regulace v apartmánové jednotce

Regulace je také neměnná oproti apartmánu 3+KK. V obytných místnostech využijeme čidla CO₂, v koupelně čidlo na relativní vlhkost a v místnosti s WC spínač na změnu otáček společně se spínačem na světlo. Celý systém je možno ovládat přes ovládací panel CP Touch nebo dálkově přes aplikaci či počítač. Detailněji jsme tuto část rozebrali u apartmánu 3+KK.

3.4 Větrání skladovacích prostor

Dalším provozem, kterým se budeme zabývat jsou skladové prostory k nespécifikovanému účelu. Jedná se o 4 sklady, které se nachází v 1.PP, kdy na obrázku níže můžeme vidět jejich vyznačenou polohu.



Obrázek 31: Schéma stavebního půdorysu 1.PP s vyznačenou oblastí skladových prostor

Tabulka 23: Tabulka místností skladových prostor

TABULKA MÍSTNOSTÍ		
Sklad	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
Horní, levý	7,1	17,8
Horní, pravý	24,0	59,9
Spodní, levý	14,6	36,5
Spodní, pravý	14,6	36,5
Σ	60,3	151

3.4.1 Návrh rovnotlakého větrání pro skladové prostory

Do skladových prostor navrhujeme také rovnotlaké větrání, kdy do provozu přivedeme pouze nutný objemový průtok čerstvého vzduchu. To z důvodu, že v těchto prostorech očekáváme malou koncentraci uživatelů a bude se jednat spíše o krátkodobé časové úseky ohledně užití místností. Navrhujeme tedy přívod čerstvého vzduchu do každého skladu a po té společný odvod vzduchu z chodby mezi sklady. Sklady a chodbu propojíme přes převodní prvky a tím zajistíme průchod vzduchu v rámci provozu.

Dle normy [3] můžeme využít hodnotu intenzity větrání 0,1 h⁻¹ v případě absence uživatelů nebo pokud provoz není dlouhodobě využíván. Pro skladové prostory zvolíme mírně vyšší intenzitu větrání a to konkrétně 0,2 h⁻¹ z důvodu nízké předpokládané koncentrace uživatelů v prostorech. Je ovšem nutné zajistit přívod čerstvého vzduchu a odvod vzduchu do prostoru kvůli provozním požadavkům, aby nedocházelo k degradaci v prostoru například vlivem akumulace vlhkosti. Pro výpočet využijeme vztah (3) a dále objemový průtok rovnoměrně rozdělíme mezi sklady.

$$V_P = I \cdot O_C = 0,2 \cdot 151 \doteq 34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabulka 24: Návrhové hodnoty pro větrání skladů

ODVOD

VĚTRÁNÍ SKLADŮ		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Společný z chodby	34	m ³ /h
Σ	34	m ³ /h

PŘÍVOD

VĚTRÁNÍ SKLADŮ		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Skład – spodní, pravý	9	m ³ /h
Skład – spodní, levý	9	m ³ /h
Skład – horní, pravý	9	m ³ /h
Skład – horní, levý	9	m ³ /h
Σ	34	m ³ /h

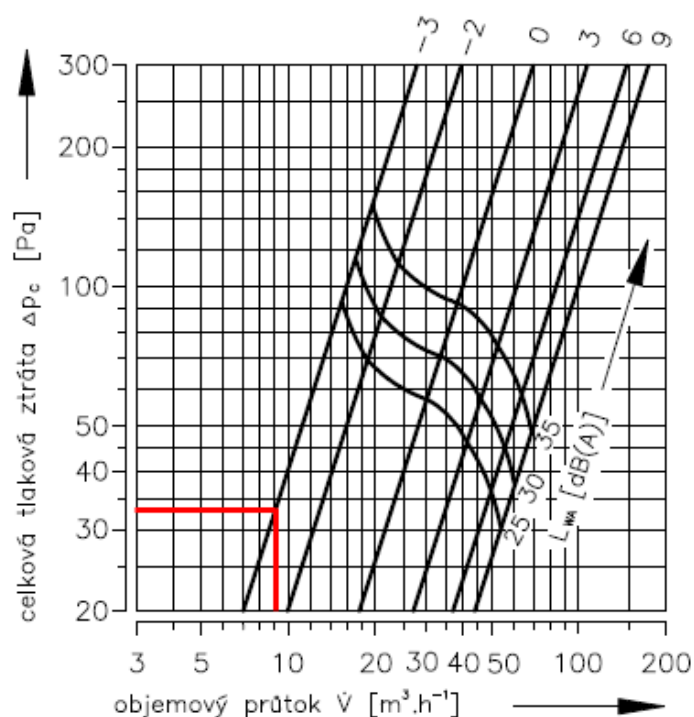
Distribuční prvky

Do každé místnosti skladu umístíme jeden distribuční prvek pro přívod čerstvého vzduchu a do chodby umístíme také jeden distribuční element pro odvod vzduchu. Konkrétně pro přívodní prvky využijeme talířové ventily TVPM MANDÍK 80 a odvodní prvek navrheme typu TVOM MANDÍK 80.

3.4.1.1 Přívodní distribuční prvky

Tabulka 25: Návrh přívodních distribučních prvků ve skladových prostorech

Název místnosti Název prvku	Vnitřní průměr d_1 [mm]	Objem vzduchu V [m^3/h]	Rychlost vzduchu v [m/s]	Požadavek $\leq 0,25$ m/s	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp_c [Pa]	Hladina akustického výkonu L_{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
SKLADY									
TVPM 80 MANDÍK	79	9	0,03	VYHOVUJE		33	10	VYHOVUJE	-3

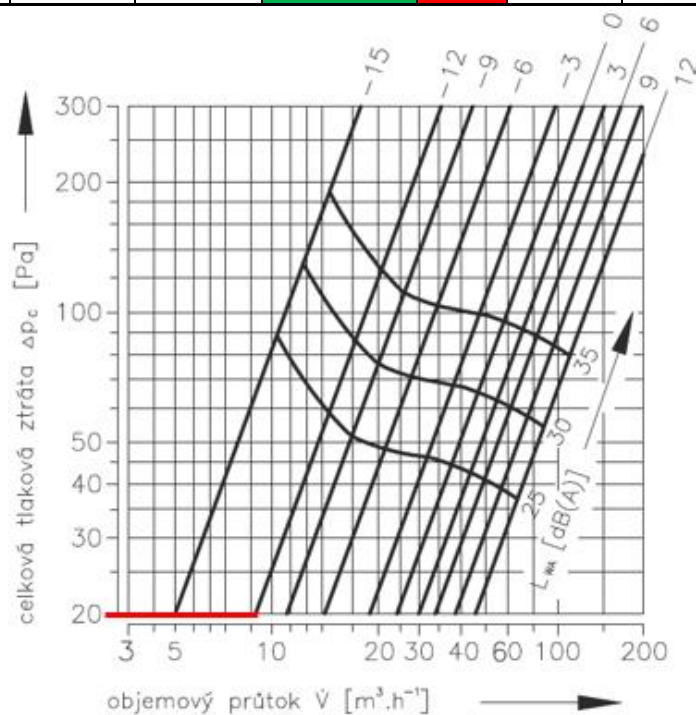


Obrázek 32: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 80 MANDÍK

3.4.1.2 Odvodní distribuční prvky

Tabulka 26: Návrh odvodních distribučních prvků ve skladových prostorech

Název místnosti Název prvku	Vnitřní průměr d_1 [mm]	Objem vzduchu V [m ³ /h]	Rychlost vzduchu v [m/s]	Požadavek $\leq 0,25$ m/s	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp_c [Pa]	Hladina akustického výkonu L_{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
SKLADY									
TVOM 80 MANDÍK	79	9	0,03	VYHOVUJE		20	10	VYHOVUJE	-12



Obrázek 33: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVOM 80 MANDÍK

3.4.2 Převodní prvky

Pro propojení jednotlivých skladovacích prostor pro převod vzduchu mezi místnostmi a zajištění společného odvodu vzduchu z chodby slouží převodní prvky. Opět ověříme jako v předešlém případě bytových jednotek rychlost proudění v čistém průřezu do 0,5 m/s. Z důvodu malého objemového průtoku můžeme navrhnout na rozdíl od apartmánových jednotek spáru pode dveřmi.

Tabulka 27: Návrh převodních prvků ve skladových prostorech

Místnost	Převodní otvor	Šířka [m]	Výška [m]	Průtočná plocha [m ²]	Účinná plocha [m ²]	Průtok vzduchu [m ³ /h]	Rychlost v převodním otvoru [m/s]	Mezní hodnota 0,5 m/s
Sklad	Spára pode dveřmi	0,8	0,015	0,012	0,01	9	0,25	VYHOVUJE

3.4.3 Regulace

Regulaci a různé režimy objemového průtoku vzduchu v tomto případě řešit nebudeme. Pro skladové prostory, budeme uvažovat konstantní průtok vzduchu v celé době provozu.

3.5 Větrání hromadné garáže

Součástí apartmánového domu je také hromadná garáž umístěna v 1.PP. Tuto část je nutné také řešit z hlediska návrhu vzduchotechnického systému. Ovšem návrh pro tento provoz je odlišný od bytových jednotek nebo skladových prostor. V prvních kapitolách nejdříve přiblížíme problematiku a poté konkrétně navrheme řešení pro tuto práci.

3.5.1 Systémy větrání

V rámci větrání hromadné garáže je možné řešit 3 systémy větrání. Jedná se konkrétně o provozní větrání garáží, havarijní větrání a požární větrání. Možné režimy dále podrobněji popíšeme.

3.5.1.1 Provozní větrání garáží

Tento způsob větrání musí mít každá garáž, kdy tímto režimem zajistíme kvalitní ovzduší pro pobyt osob v garáži dle hygienických kritérií. Kromě parkovacích stání také větráme přilehlé prostory, kterými například mohou být obslužná místa. Konkrétně kvalitu ovzduší zajišťujeme pro 2 skupiny osob. První jsou řidiči a uživatelé, u kterých předpokládáme pobyt v garáži do 30 minut. Druhou skupinou jsou zaměstnanci, kteří mohou trávit až 8 hodin v prostoru.

V zásadě tedy dělíme garáže na 2 typy dle návrhu:

- Samoobslužné garáže, kde uvažujeme krátkodobý pobyt a přípustná koncentrace CO je stanovena na hodnotu $C_p = 50$ ppm dle normy. [16]
- Garáže s obsluhou, kde se nachází personál v prostoru garáže pracující po dobu 8 hodin. Přípustná koncentrace je stanovena na $C_{PEL} = 26$ ppm (*PEL – přípustný expoziční limit*) dle nařízení vlády. [17]

Hromadné garáže lze větrat 2 možnými způsoby. Jedná se o přirozené větrání a nucené větrání.

Přirozené větrání závisí podobně jako jsme zmínili u větrání bytových jednotek především na rozdílu teplot venkovního a vnitřního vzduchu a také na účinku větru. Může se jednat ale o nestabilní způsob větrání z hlediska proměnlivosti podmínek, na kterých závisí. Větrání se navrhuje na základě empirických hodnot pomocí větracích otvorů. Postup pro návrh, hodnoty a pravidla jsou uvedeny v normě ČSN 73 6058 [16]. Tento způsob větrání spíše

uplatňujeme u jednotlivých a řadových garáží, kdy hromadné garáže vyžadují vhodnou stavební dispozici.

Nucené větrání je řešené jako podtlakové, kde návrhové výpočty pro stanovení objemového průtoku jsou počítány v závislosti na emisi škodlivin a jejich přípustnou koncentraci pro omezenou dobu. Rozhodující škodlivinou v garážích je CO produkovaný při chodu motoru vozidla. Návrhem vzduchotechnického systému později předpokládáme, že když splníme podmínky dle emise CO, tak ostatní škodlivé látky jako například karcinogenní látky, pevné částice a oxidy dusíku jsou pod přípustnými hodnotami. Tento způsob větrání je pro řešení hromadných garáží vhodnější. Podrobný a komentovaný postup v souladu s normovými požadavky provedeme později. [18]

3.5.1.2 Havarijní větrání garáží

S tímto způsobem větrání se můžeme setkat při návrhu větrání garážových prostor, kde se uvažuje parkování automobilů na plynná paliva. V takovém případě na garáž narůstají požadavky. Těmi může být například:

- Detektory úniku plynu a účinného větrání.
- Posouzení garáže a elektrického zařízení z hlediska rizika vzniku výbušné atmosféry.
- Požární úsek garáže se zakladačovým systémem (*pokud nesplňuje podmínky pro rychlý a účinný zásah jednotky požární ochrany*) musí být vybaven stabilním hasícím zařízením alespoň s jednoduchým zásobováním vodou.
- Domácí rozhlas s nuceným poslechem.

Hlavním řešenou problematikou pro tento typ větrání je možný únik paliva do prostoru garáže a následné nebezpečí vzniku výbušné atmosféry. V České republice se jedná především o LPG a CNG.

Vhodným řešením v případě nutného zakomponování parkovacích míst pro automobily s pohonem na plynná paliva je vytvoření odděleného prostoru, který slouží pouze pro parkování těchto vozidel. Je vhodné, aby tento prostor byl co nejbližší vjezdu z garážového prostoru. A to vše z důvodu možných úspor a jednoduššího řešení. Pokud by alternativně vozidla na plynná paliva mohla parkovat v celém prostoru garáže je nutné výše zmíněná opatření aplikovat pro celý prostor.

Tento systém je řešen vždy jako nucený a musí zajistit minimálně šestinásobnou výměnu venkovního vzduchu za hodinu v garážovém prostoru. Aktivace havarijního větrání musí být automatická, a to na základě plynové

detekce. V rámci návrhu se zohledňuje hustota plynných paliv, kdy LPG je těžší než vzduch a koncentruje se u podlahy. Naopak CNG je lehčí než vzduch a má tendenci stoupat ke stropní konstrukci. Pokud tedy v garážovém prostoru jsou dovolena obě plynná paliva, tak větrání musí být řešeno jak v úrovni podlahy, tak stropu, což dále rozšiřuje prostorové požadavky.

V rámci stavební části je nutné eliminovat veškeré prostory, které není možné větrat. Jedná se v podlaze například o kanály, jímky a strop musí být rovný a hladký. Je tedy nutné zabránit jakékoliv koncentraci LPG a CNG.

Plynová detekce slouží tedy k upozornění a také k signalizaci výskytu plynu, pomocí které dojde k aktivaci větrání a dalším bezpečnostním úkonům. Norma [16] popisuje 3 způsoby detekce:

- 10 % dolní meze výbušnosti (*aktivace nuceného provozního větrání*)
- 20 % dolní meze výbušnosti (*aktivace havarijního větrání*)
- 50 % dolní meze výbušnosti (*vyhlášení požárního poplachu, zákaz vjezdu dalších vozidel*) [19]

3.5.1.3 Požární větrání

Požární větrání má především zajistit odvod kouře a tepla z prostoru garáže do venkovního prostoru. Větrání může být řešeno přirozeně, nuceně nebo kombinovaně. Nejčastěji se ovšem využívají tyto metody:

- Přirozený odvod kouře a tepla a přirozený přívod vzduchu
- Nucený odvod kouře a tepla a přirozený přívod vzduchu

První systém je využitelný spíše u jednopodlažních nadzemních hromadných garáží, kvůli důvodům, které jsme již několikrát v této práci vyjmenovali ohledně přirozeného větrání. Druhý systém je výrazně spolehlivější a účinnější pro většinu řešených případů. V případě, že nelze zajistit přístup přirozeného přívodu vzduchu kvůli složité dispozici, navrhne se nucený přívod vzduchu.

Odvod kouře a tepla je zajištěn střešními klapkami pro odvod kouře a tepla nebo požárními ventilátory, které jsou spolehlivější a účinnější. Ty se využijí přímo anebo za pomoci potrubí pro odvod kouře a tepla umístěným co nejbližší stropní konstrukci. Kouř a teplo se odvádí zpravidla nad střechu.

Přívod vzduchu nesmí narušovat kouřovou vrstvu nebo strhávat kouř směrem dolů. Vyústění je třeba umístit co nejnižší u podlahy (*optimálně do 1,5 m nad podlahou*). Jako přívodní otvory mohou být řešeny dveře, okna, vyústky, mřížky nebo jiné otvory, pokud splní zmíněnou podmínku ohledně nenarušení akumulací vrstvy kouře. Toho se dá docílit například nízkou vstupní

rychlostí proudu vzduchu, dostatečnou vzdáleností od spodní roviny kouřové vrstvy apod. V jedné kouřové sekci se nesmí používat kombinace přirozeného a nuceného přívodu vzduchu.

Aktivace požárního větrání je zajištěna automaticky za pomoci elektrické požární signalizace (EPS). [20]

3.5.2 Výpočet nuceného provozního větrání hromadné garáže

V této části navrhne nucené provozní větrání pro námi řešený garážový prostor v 1.PP dle normy. [16]

3.5.2.1 Vstupní údaje pro výpočet průtoku vzduchu

Garáž je jednopodlažní a tím pádem má tedy jen jeden úsek i [-]. Objem prostoru O [m^3] činí $598 m^3$. K dispozici je 11 parkovacích míst P [-] pro osobní automobily, které nevyužívají pohon na plynná paliva. Parkovací místa, které jsou možné využít pro automobily na plynná paliva jsou umístěna v části exteriéru před garáží. Je nutné také zmínit kategorii garáže a to, že garáž navrhujeme jako samoobslužnou.

Dále je nutno určit frekvenci výměny vozidel na stání f [h^{-1}], která udává, kolik vozidel se za 1 hodinu vymění na jednom parkovacím stání. Hodnotu lze určit z normy ČSN 73 6058 z tabulky A1 [16].

Druh garáže	Frekvence f (h^{-1})
Obytné budovy $\Sigma P \geq 50$	0,2
Obytné budovy $\Sigma P < 50$	0,3
Administrativní budovy $\Sigma P \geq 50$	0,4
Administrativní budovy $\Sigma P < 50$	0,5
Parkovací objekty (Park & Ride)	0,5
Nákupní centra se smíšeným účelem (prodejny, gastronomie, služby)	0,8
Kulturní, zábavní objekty	1,0
Jednotlivé prodejny s omezenou nabídkou zboží	1,5

^{x)} Tabulka je převzata se svolením Österreichische Normungsinstitut z rakouské normy ÖNORM H 6003 „Lüftungstechnische Anlagen für Garagen. Grundlagen, Planung, Dimensionierung“, Ausgabe 2005-12-01.

Obrázek 34: Tabulka frekvence výměny vozidel f [h^{-1}] [16]

Z tabulky lze odečíst, že frekvence výměny vozidel na stání u navrhovaného hromadné garáže patří pod druhý řádek „Obytné budovy $\Sigma P < 50$ “, pro garáže s méně než 50 parkovacími stáními a bude tedy $f=0,3 h^{-1}$.

Rychlost jízdy je zvolena dle doporučené hodnoty z normy [16] $w= 10 km/h= 2,78 m/s$.

Níže jsou shrnuty vstupní údaje pro výpočet.

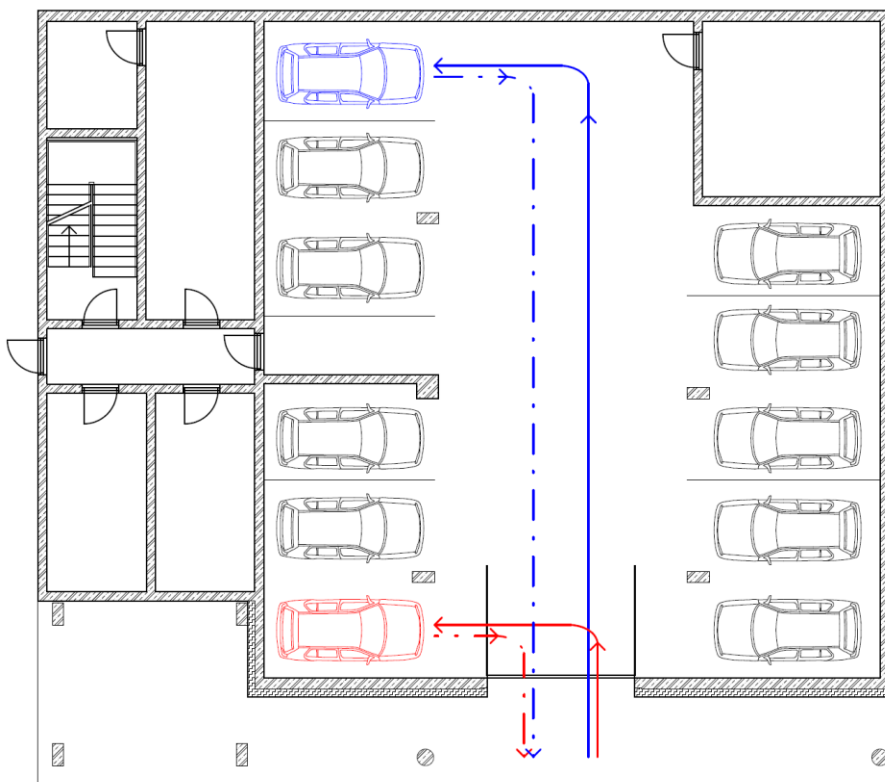
- Počet stání vozidel v garáži $P = 11$
- Počet úseků $i = 1$
- Frekvence výměny vozidel na jedno stání $f = 0,3 \text{ h}^{-1}$
- Rychlost jízdy $w = 10 \text{ km/h} = 2,78 \text{ m/s}$

3.5.2.2 Stanovení délky a profilu trasy

Délka trasy s [m] se určuje zvláště pro každý úsek, v tomto případě pouze pro jeden, a to jako trasa od vjezdu do úseku (*vjezdu do garáže*) a výjezdu z úseku (*výjezdu z garáže*). Počítá se jako aritmetický průměr nejkratší a nejdelší trasy. Dále se rozlišuje trasa po rovině včetně klesání a trasa při stoupání. V uvažované garáži je pouze trasa po rovině.

Tento údaj je důležitý pro další oblasti výpočtu, kdy budeme uvažovat pouze parametry pro rovinu a zanedbáme hodnoty pro klesání a stoupání. Dále je také nutno zmínit, jak je výše již uvedeno, že v garáži je pouze jeden úsek. V následujících výpočtech nebudou uvažovány výpočty pro projíždějící vozidla do jiných úseků, ale pouze pro vozidla parkující.

V příloženém půdorysu 1.PP je graficky znázorněna trasa vozidel, kdy plnou čarou je zobrazen vjezd vozidla a čerchovaně výjezd. Červená barva představuje nejkratší trasu k parkovacímu stání a modrá naopak nejdelší trasu.



Obrázek 35: Schéma půdorysu 1.PP s vyznačenými trasami vozidel k parkovacím stáním

Z předchozího půdorysu byly odměřeny a zprůměrovány délky tras pro následující výpočty.

- Parkující vozidla – rovinná trasa
- Nejkratší trasa k parkovacímu stání: $s_1 = 10$ m
- Nejdelší trasa k parkovacímu stání $s_2 = 40$ m
- Průměrná trasa vozidla $s = 25$ m

3.5.2.3 Stanovení doby volnoběhu

Doba volnoběhu jednoho vozidla t_v [s] je udána v normě [16] a zpravidla se navrhuje:

- Při vjezdu do garáže- 20 s
- Při výjezdu z garáže- 20 s
- Při vjezdu na stání- 10 s
- Při výjezdu ze stání- 20 s

3.5.2.4 Výpočet doby jízdy jednoho vozidla

Doba jízdy se stanoví pomocí následujícího vzorce:

$$t_j = \frac{S}{w} [s] \quad (4)$$

Kde: s průměrná trasa vozidla (25 m, dle 3.6.2) [m]

w rychlost jízdy dle normy [16] (2,78 m/s) [m/s]

Vozidla parkující v garáži:

- Doba jízdy – rovina $t_j = \frac{s}{w} = \frac{25}{2,78} = 9$ s

3.5.2.5 Výpočet počtu vozidel vyjíždějících do úseku

Počet vozidel p [h^{-1}] vyjíždějících do úseku (=vyjíždějících z úseku) v intervalu 1 hodiny stanovíme pomocí rovnice:

$$p = P \cdot f [h^{-1}] \quad (5)$$

Kde: P [-] Počet stání vozidel v garáži (11, dle 3.5.2.1)

f [h^{-1}] Frekvence výměny vozidel na jedno stání
(0,3 h^{-1} , dle 3.6.1)

Vozidla parkující v garáži:

- $p = P \cdot f = 11 \cdot 0,3 = 3,3$ h^{-1}

3.5.2.6 Výpočet doby chodu motorů za jízdy

Doba chodu motorů za jízdy t_{jc} [s/h] všech vozidel projíždějících úsekem v intervalu 1 hodiny se stanoví:

$$t_{jc} = p \cdot t_j [s/h] \quad (6)$$

Kde: p [h^{-1}] Počet vozidel vjíždějících do úseku ($3,3 h^{-1}$, dle 3.5.2.5)

t_j [s] Doba jízdy – rovina (9 s, dle 3.5.2.4)

Vozidla parkující v garáži:

- $t_{jc} = p \cdot t_j = 3,3 \cdot 9 = 29,7 s/h$

3.5.2.7 Výpočet doby volnoběhu vozidel

Doba volnoběhu vozidel t_{vc} [s/h] v úseku během intervalu 1 hodiny se určí jako doba volnoběhu vozidel parkujících v garáži, dále připočítáme také dobu vozidel při vjezdu a výjezdu u vstupního portálu, kde připočítáváme čas zastavení vozidla u portálu t_{v2} (vjezd a výjezd celkem 40 s).

Vypočteme pomocí rovnice:

$$t_{vc} = p \cdot t_v + f \cdot P \cdot t_{v2} [s/h] \quad (7)$$

Kde: p [h^{-1}] Počet vozidel vjíždějících do úseku ($3,3 h^{-1}$, dle 3.5.2.5)

t_v [s] Doba volnoběhu parkujících vozidel (dle 3.5.2.3)

P [-] Počet stání vozidel v garáži (11, dle 3.5.2.1)

t_{v2} [s] Doba volnoběhu všech vozidel při vjezdu a výjezdu (dle 3.5.2.3)

Po dosazení:

$$t_{vc} = p \cdot t_v + f \cdot P \cdot t_{v2} = 3,3 \cdot (10 + 20) + 0,3 \cdot 11 \cdot (20 + 20) = 231 s/h$$

3.5.2.8 Emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla

Hodnoty emisí oxidu uhelnatého jsou uvedené v normě [16]. Norma obsahuje emise pro jízdu po rovině včetně klesání, stoupání a také volnoběh. Potřebné emise k výpočtu nalezneme níže v tabulce převzaté z normy.

Jízda (m ³ /s·voz.)			Volnoběh V _{CO v voz.} (m ³ /s·voz.)
Rovina, klesání V _{CO j rov. voz.}	Stoupání V _{CO j st. voz.}		
5 · 10 ⁻⁵	5 %	6,5 · 10 ⁻⁵	2,2 · 10 ⁻⁵
	10 %	8,9 · 10 ⁻⁵	
	15 %	13,0 · 10 ⁻⁵	

Obrázek 36: Tabulka emisí oxidu uhelnatého vozidel skupiny 1 z normy [16]

Z výše zmíněné tabulky využijeme hodnoty emisí pro jízdu vozidel po rovině $V_{CO,j} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{voz.}$ a pro volnoběh $V_{CO,v} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{voz.}$

3.5.2.9 Výpočet emisí oxidu uhelnatého všech vozidel v úseku

Objemovou emisi CO všech vozidel při jízdě stanovíme samostatně pomocí emise z jednoho vozidla pro jízdu po rovině a doby chodu motoru za jízdy. Dále dopočteme také obdobně emise všech vozidel při volnoběhu v garáži.

Emise pro jedno vozidlo vypočteme pomocí rovnice:

$$V_{CO,j,T} = V_{CO,j} \cdot t_{jc} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (8)$$

Kde: $V_{CO,j}$ [m³/s·voz.] Emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla (dle 3.5.2.8)

t_{jc} [s] Doba volnoběhu nebo chodu motoru vozidel (dle 3.5.2.6 a 3.5.2.7)

Po dosazení:

- Při jízdě (po rovině) $V_{CO,j,T}$ [m³/h]
 - $V_{CO,j,T} = V_{CO,j} \cdot t_{jc} = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 29,7 = 1,485 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$
- Volnoběh
 - $V_{CO,v,T} = V_{CO,v} \cdot t_{vc} = 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot 231 = 5,082 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$

3.5.2.10 Celkový objemový průtok CO v garáži

Celkovou objemovou emisi CO stanovíme při použití rovnice:

$$V_{CO} = V_{CO,j,T} + V_{CO,v,T} [m^3/h] \quad (9)$$

Kde: $V_{CO,j,T}$ [m^3/h] Emise oxidu uhelnatého všech vozidel při jízdě (dle 3.5.2.9)

$V_{CO,v,T}$ [m^3/h] Emise oxidu uhelnatého všech vozidel při volnoběhu (dle 3.5.2.9)

Po dosazení:

$$V_{CO} = V_{CO,j,T} + V_{CO,v,T} = 1,485 \cdot 10^{-3} + 5,082 \cdot 10^{-3} = 6,567 \cdot 10^{-3} m^3/h$$

3.5.2.11 Průtok odváděného vzduchu

V následujícím výpočtu vypočteme průtok vzduchu pro větrání samoobslužné garáže, kdy předpokládáme rovnoměrné emise CO (*průběžnou výměnu vozidel*).

Využijeme následující vztah:

$$V = \frac{V_{CO}}{(C_p - C_e) \cdot 10^{-6}} [m^3/h] \quad (10)$$

Kde: V_{CO} [m^3/h] je celková objemová emise oxidu uhelnatého emitovaného všemi vozidly při jízdě a volnoběhu v garáži (dle výpočtu 3.5.2.10).

C_p [ppm] nejvyšší přípustná výpočtová koncentrace oxidu uhelnatého v garáži dle normy [16] je $C_p = 50$ ppm

C_e [ppm] výpočtová koncentrace oxidu uhelnatého ve venkovním (přiváděném) vzduchu, dle normy [16] uvažujeme hodnotu $C_e = 5$ ppm pro menší města

Po dosazení:

$$V = \frac{V_{CO}}{(C_p - C_e) \cdot 10^{-6}} = \frac{6,567 \cdot 10^{-3}}{(50 - 5) \cdot 10^{-6}} = 145,93 m^3/h$$

3.5.2.12 Intenzita větrání

V závěru výpočtu je nutné ověřit intenzitu větrání I [h^{-1}], která dle normy nesmí klesnout pod $I = 0,5 h^{-1}$. Provedeme podle vztahu níže zmíněného:

$$I = \frac{V}{O} [h^{-1}] \quad (11)$$

Kde: V [m^3/h] průtok vzduchu v garáži (dle výpočtu 3.5.2.11)

O [m^3] objem vnitřního prostoru garáže (činí $597,85 m^3$)

Po dosazení:

$$I = \frac{V}{O} = \frac{145,93}{598} = 0,24 h^{-1}$$

$$0,24 h^{-1} \geq 0,5 h^{-1} \text{ NEPLATÍ}$$

Jelikož podmínka pro minimální intenzitu větrání není splněna, je nutné změnit návrh větracího vzduchu pro splnění této podmínky.

V následujícím výpočtu tedy pevně zvolíme intenzitu větrání pod hodnotou $0,5 h^{-1}$ a ponecháme objem vnitřního prostoru.

$$0,5 = \frac{V}{598}$$

$$V = 0,5 \cdot 598 \doteq 300 m^3/h$$

3.5.2.13 Průtok vztažený na počet stání

Dále je vhodné výsledný průtok vzduchu vztáhnout na počet stání vozidel v garáži V_m [m^3/h] následovně:

$$V_m = \frac{V}{P} [m^3/h \text{ stání}] \quad (12)$$

Kde: V [m^3/h] průtok vzduchu v garáži (dle výpočtu 3.5.2.11)

P [-] počet stání v úseku (činí 11, viz 3.5.2.1)

Po dosazení:

$$V_m = \frac{V}{P} = \frac{300}{11} \doteq 27,3 m^3/h \text{ stání}$$

3.5.2.14 Závěr výpočtu

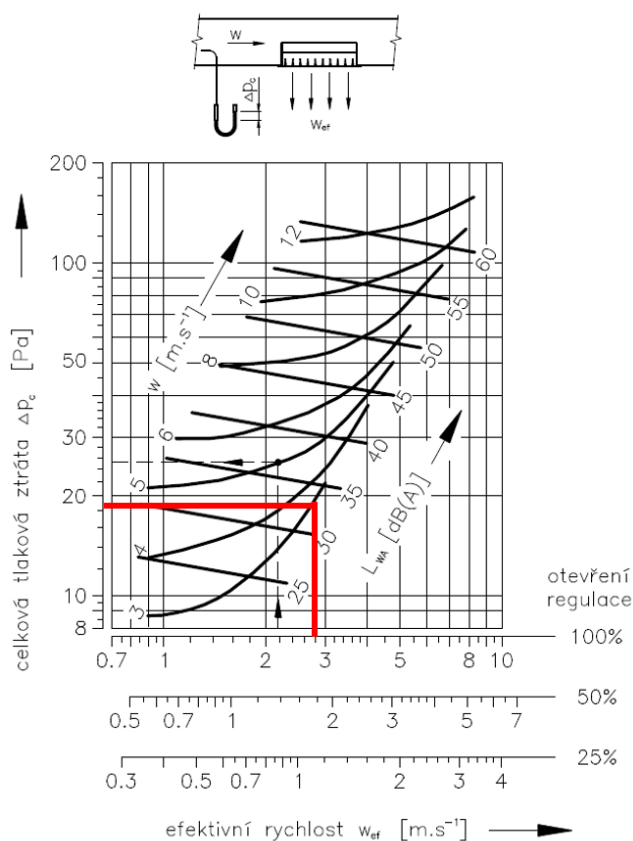
Pro zajištění spolehlivého větrání je hodnota pro nutný přívod vzduchu $300 m^3/h$. Norma [16] dále uvažuje, že přívod vzduchu by měl být o 10-20% nižší pro zajištění podtlaku v prostoru. Odvod vzduchu tedy budeme uvažovat $360 m^3/h$.

3.5.3 Distribuční prvky

Pro distribuci vzduchu v rámci garážového prostoru jsou využity vyústky pro kruhové potrubí VNKM MANDÍK. Návrh odvodních a přívodních prvků bude totožný, kdy rozdělíme objemový průtok do 3 distribučních elementů. Konkrétně navrhne typ VNKM MANDÍK 325x75. Níže v tabulce a v přiloženém grafu z technického listu se nachází konkrétní návrh.

Tabulka 28: Návrh přívodních a odvodních distribučních prvků v garážovém prostoru

Název místnosti Název prvku	Efektivní plocha S_{ef} [m ²]	Objem vzduchu V [m ³ /h]	Efektivní rychlost w_{ef} [m/s]	Barva v grafu	Tlaková ztráta Δp_c [Pa]	Hladina akustického výkonu L_{WA} [dB]	Požadavek ≤ 35 dB	Vzdálenost nastavení ventilu s [mm]
GARÁŽ								
MANDÍK VNKM 325 x 75	0,0118	120	2,8		19	33	VYHOVUJE	3



Obrázek 37: Graf z technického listu pro návrh vyústky pro kruhové potrubí VNKM MANDÍK

3.6 Dimenze potrubí a výpočet tlakových ztrát

Pro dimenzi potrubí slouží návrh dle zvolené doporučené rychlosti, která je omezena parametry hluku. Kdy pro jednotlivé úseky jsme zvolili následující rychlosti:

- Úsek v apartmánových jednotkách- **3-5 m/s**
- Úsek ve stoupacím potrubí a v garáži v 1.PP- **5-7 m/s**
- Úsek ve strojovně- **7-11 m/s**

Dále pro návrh vzduchotechnických jednotek je třeba vypočítat největší hodnotu tlakových ztrát v síti vzduchotechnického potrubí. Všechny úseky v navrženém vzduchotechnickém systému jsou vypočteny a přiloženy v příloze 1 této práce³. Podrobněji budeme navrhovat 2 vzduchotechnické jednotky. Konkrétně jednu pro provoz apartmánových jednotek a skladových prostor a druhou pro hromadnou garáž. Zaprvé určíme tedy celkové tlakové ztráty pro jednotku zásobující apartmánové jednotky a skladové prostory. Kdy pro hlavní větev odvodu vzduchu je tlaková ztráta rovna 665 Pa a pro hlavní větev přívodu vzduchu je tlaková ztráta rovna 634 Pa. Pro jednotku zásobující garáž je hodnota tlakové ztráty pro odvod vzduchu rovna 102 Pa a v případě přívodu vzduchu rovna hodnotě 100 Pa.

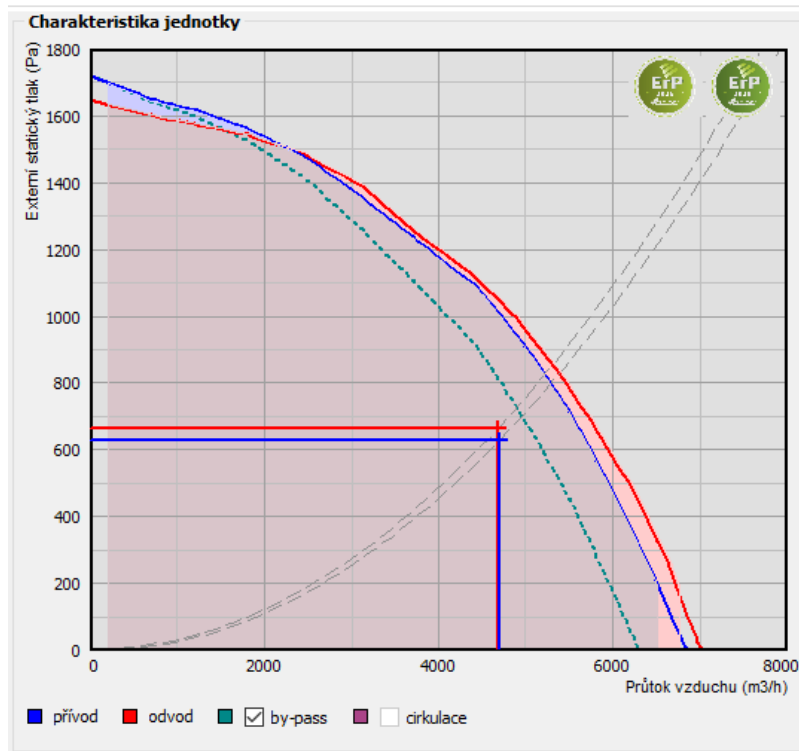
3.7 Vzduchotechnické jednotky

Pro návrh vzduchotechnických jednotek využijeme vytvořenou návrhovou aplikaci DUPLEX od společnosti ATREA, která je součástí doplňku pro software Revit 2022. V programu zadáme vstupní vypočtené hodnoty a dle našich dalších požadavků sestrojíme vzduchotechnické jednotky.

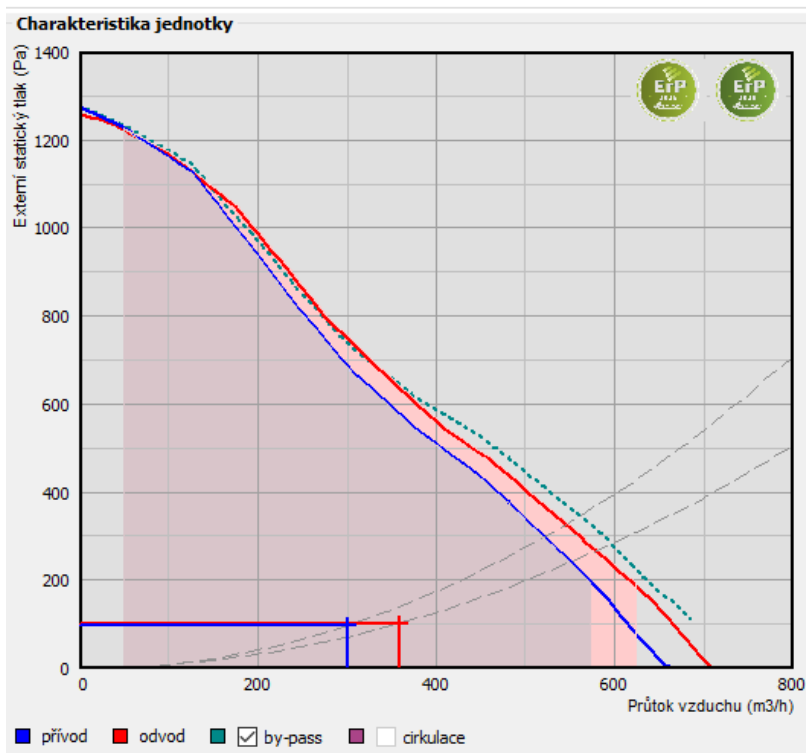
3.7.1 Bytové jednotky a skladové prostory

V rámci navrženého rovnotlakého větrání jsme zjistili celkový objemový průtok přívodu čerstvého vzduchu a odvodu vzduchu, který je rovný 4 700 m³/h. Dále do výpočtu vstoupí zjištěné tlakové ztráty, které pro tuto jednotku jsou pro přívod vzduchu 634 Pa a pro odvod vzduchu 665 Pa. Na základě parametrů jsme zvolili jednotku DUPLEX 5500 Multi Eco-V. Dále *na obrázku 38* je znázorněn graf charakteristiky vzduchotechnické jednotky z návrhového programu. Jednotka vyhovuje požadavkům ErP 2016 i ErP 2018. Konkrétní složení vzduchotechnické jednotky je blíže specifikováno v technické zprávě, kde jsou podrobně vypsány jednotlivé komponenty jako filtry, rekuperační výměník a další.

³ Pro dimenzi rozvodů bylo možné zvolit také možnost pomocí softwaru Revit 2022, kdy z důvodu názornosti postupu byla zvolena standardní početní metoda v příloze.



Obrázek 38: Charakteristika jednotky DUPLEX 5500 Multi Eco-V z návrhového programu DUPLEX od společnosti ATREA



Obrázek 39: Charakteristika jednotky DUPLEX 500 Multi z návrhového programu DUPLEX od společnosti ATREA

3.7.1 Hromadná garáž

Na základě vypočtených objemových průtoků z předchozí kapitoly této práce máme stanovené hodnoty pro přívod čerstvého vzduchu i pro odvod vzduchu. Hodnota přívodu vzduchu je rovna 300 m³/h a hodnota odvodu vzduchu 360 m³/h. Kdy tlaková ztráta větve pro přívod vzduchu je 100 Pa a větve pro odvod vzduchu je 102 Pa. Na základě těchto informací můžeme opět v programu navrhnout vhodnou vzduchotechnickou jednotku, kdy v tomto případě navrhujeme jednotku DUPLEX 500 Multi. Na obrázku 39 je zobrazen graf charakteristiky jednotky, která splňuje požadavky ErP 2018 i ErP 2016 stejně jako jednotka v předchozím návrhu. Podrobnější složení je opět uvedeno v technické zprávě.

3.8 Analýza koupelen v apartmánovém domě

Obsahem této kapitoly je ještě bližší rozbor analýzy provozu objektu, a to konkrétně koupelen v apartmánovém domě, kdy provoz je porovnáván v různých meteorologických obdobích v průběhu roku a na základě vlivu používání koupelen uživateli. To z pohledu vodní páry vzniklé použitím zařizovacích předmětů pro běžné činnosti jako sprchování, koupání, ale také například úklid místnosti. Kapitola také obsahuje soubor dat a podkladů nutných k sestavení funkční simulace provozu koupelny. K vytvoření této simulace je využit volně dostupný software CONTAM, jehož výstupem jsou výsledky produkce vlhkosti.

Cílem je výstup, kde porovnáme, jakým způsobem jsou efektivní minimální a doporučené hodnoty z normy [3] v námi řešených provozech a zda jsou hodnoty za daných podmínek **efektivní**. Pro názornost jsou data zobrazena na množství grafů v rámci vytvořeného modelového dne provozu koupelen s různými okrajovými podmínkami.

3.8.1 Teoretický základ

Tato kapitola představuje souhrn parametrů a vlastností týkající se vlhkosti, které úzce souvisí s následnou produkcí vlhkosti v prostoru koupelen. V závěru kapitoly je také věnována část grafickému znázornění ve formě Mollierova diagramu, který bude pro nás v pozdější části práce důležitý pro zhodnocení výsledků.

Vzduch může pojmout pouze určité množství vodní páry, přebývajíc část vodní páry zkondenzuje na okolních chladnějších površích v kapalné formě. Tento jev dále teoreticky popíšeme, abychom znali konkrétněji související podmínky a proměnné.

3.8.1.1 Vlhký vzduch

Vzduch je složen převážně z dusíku (78 %), kyslíku (21 %) a argonu (0,9 %). Dále vzduch obsahuje proměnlivé množství dalších jiných plynů a vodní páry. Vlhký vzduch je tedy směsí suchého vzduchu a vodní páry. [5]

3.8.1.2 Daltonův zákon

Hovoří o tom, že celkový tlak je součtem složek parciálních (částečných) tlaků jednotlivých složek p_i [Pa]. Platí pro jakoukoliv směs plynů, ale tedy i pro vlhký vzduch, což je důvodem proč tento zákon zmiňujeme.

$$p = \sum p_i = p_{sv} + p_{vp} \text{ [Pa]} \quad (13)$$

Kde: p celkový tlak směsi plynů [Pa]

p_{sv} parciální tlak suchého vzduchu [Pa]

p_{vp} parciální tlak vodní páry [Pa]

3.8.1.3 Relativní vlhkost vzduchu

Udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a mezi množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku při plném nasycení. Jinak řečeno udává nakolik je vyčerpána kapacita vzduchu pojmout vodní páru. [21,22]

$$\varphi = \frac{v}{v_{sat}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (14)$$

Kde: v hmotnost vodní páry obsažená ve vzduchu [kg/m^3]

v_{sat} hmotnost vodní páry, který by obsahoval stejný objem vzduchu o stejném tlaku při plném nasycení [kg/m^3]

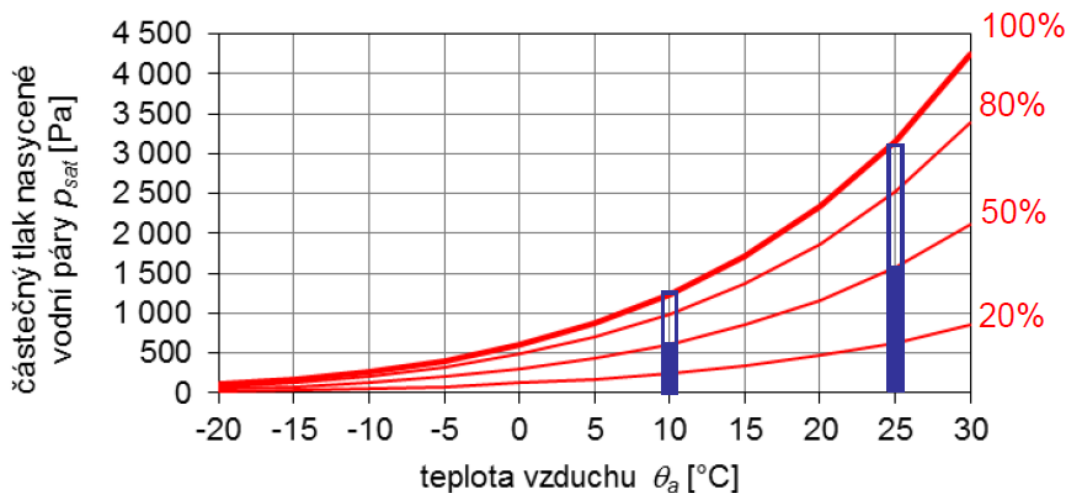
Analogicky ovšem lze stanovit relativní vlhkost i za pomoci parciálního tlaku vodní páry a částečného tlaku nasycené vodní páry.

$$\varphi = \frac{p}{p_{sat}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (15)$$

Kde: p parciální tlak vodní páry [Pa]

p_{sat} parciální tlak nasycené vodní páry [Pa]

Nasycené hodnoty souvisejí s teplotou vzduchu, kdy s rostoucí teplotou je vzduch schopný pojmout více vodní páry. Přehledné grafické znázornění lze vidět na grafu (40) níže.



Obrázek 40: Vztah parciálního tlaku vodní páry a teploty s různou relativní vlhkostí [22]

3.8.1.4 Měrná vlhkost

Relativní vlhkost nám udává procentuální hodnotu nasycení vzduchu, ale pro konkrétní hodnotu vodní páry můžeme použít výše nadepsanou měrnou vlhkost. Lze ji vypočítat na základě vztahu z poměru hmotnosti vodní páry m_{vp} [kg] a hmotnosti suchého vzduchu m_{sv} [kg] a dále zjednodušeného vztahu.

$$x = \frac{m_{vp}}{m_{sv}} = 0,622 \cdot \frac{p_{vp}}{p - p_{vp}} \text{ [g/kg]} \quad (16)$$

Kde: p celkový tlak směsi plynů [Pa]

p_{vp} parciální tlak vodní páry [Pa]

m_{sv} hmotnost suchého vzduchu [kg]

m_{vp} hmotnost vodní páry [kg]

3.8.1.5 Mollierův diagram

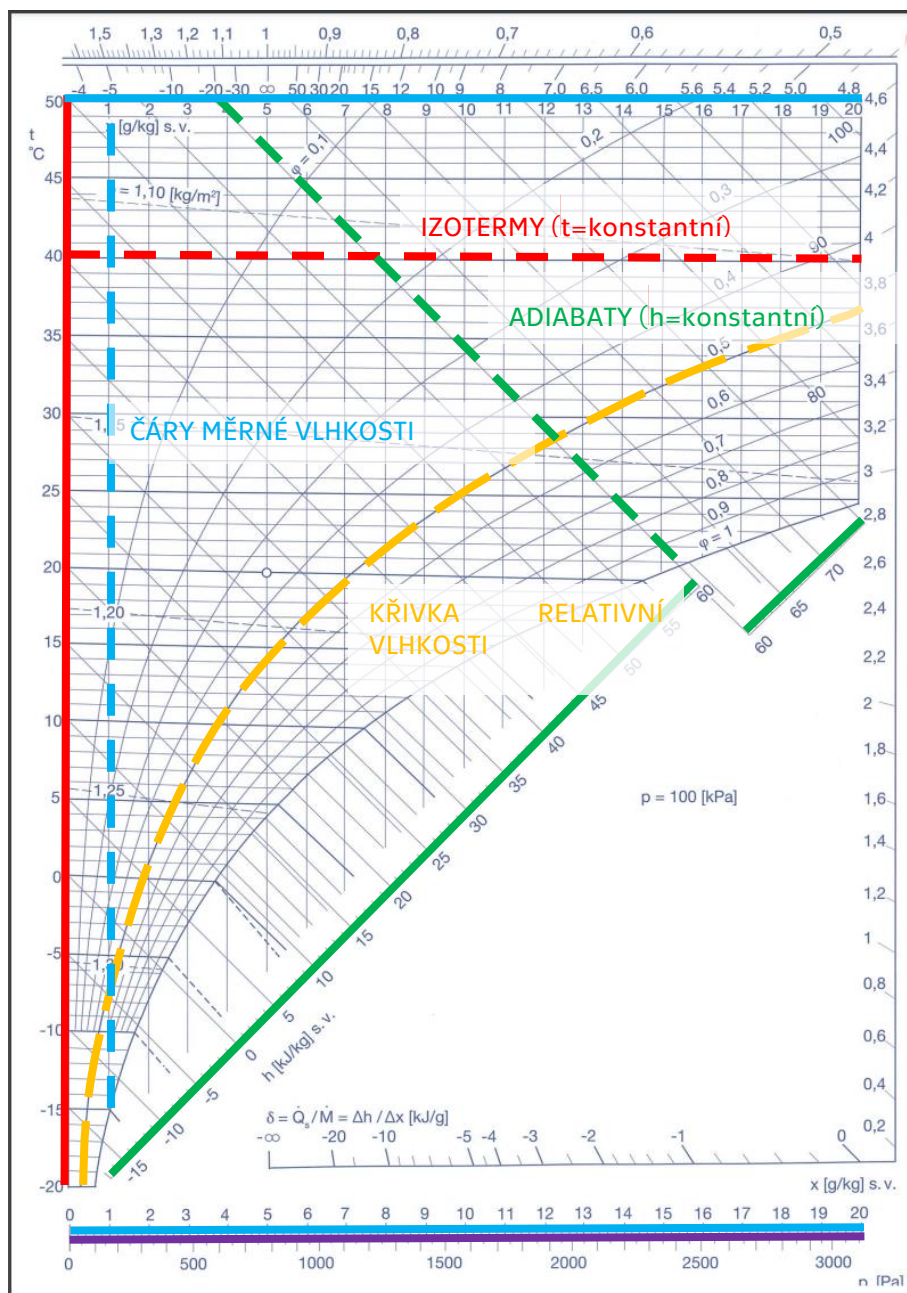
Tento grafický nástroj na první pohled obsahuje větší množství informací, ovšem po podrobnějším náhledu a pochopení souvislostí nám může velice efektivně pomoci graficky znázornit danou problematiku vlhkého vzduchu. Zobrazuje vztah mezi teplotou, měrnou vlhkostí a měrnou entalpií⁴.

Mollierovo grafy se mohou vyskytovat jako h-x diagramy nebo t-x diagramy. V našem případě využijeme h-x diagram, kde h [kJ/kg] znázorňuje měrnou entalpii a x [g/kg] měrnou vlhkost. Na další straně je zobrazen Mollierův diagram s popsányými veličinami dle tabulky ve stejné příloze pro základní orientaci pro dále prezentované výsledky a poznatky.

⁴ Popisuje množství sděleného tepla při úpravě vlhkého vzduchu. (vnitřní energie) [2]

Tabulka 29: Vypsané veličiny se základním přehledem pro popsany graf na obrázku 41

Veličina	Značka	Jednotka	Barva	Popis
Teplota	t	°C	Red	Osa y, zobrazení pomocí horizontálních izoterm
Měrná vlhkost	x	g/kg	Blue	Osa x, zobrazení pomocí vertikálních čar měrných vlhkostí
Měrná entalpie	h	kJ/kg	Green	Šikmá osa zleva doprava, zobrazení pomocí adiabat
Relativní vlhkost	φ	%	Yellow	Zobrazení pomocí oblých čar od 0-100 % vlhkosti
Parciální tlak vodní páry	p	Pa	Purple	Osa x, nejniže umístěné měřítko na grafu



Obrázek 41: Popsaný Mollierův h-x diagram s vyznačenými základními veličinami

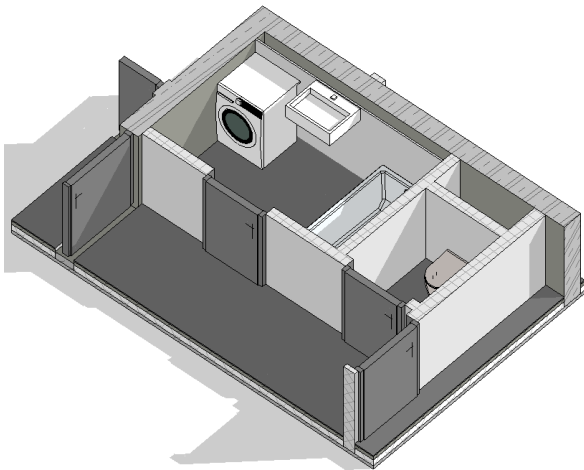
3.8.2 Vstupní parametry

Na základě rozšířených znalostí z minulé kapitoly se dále seznámíme s jednotlivými vstupy pro námi konkrétně řešené koupelny pro vytvoření simulace.

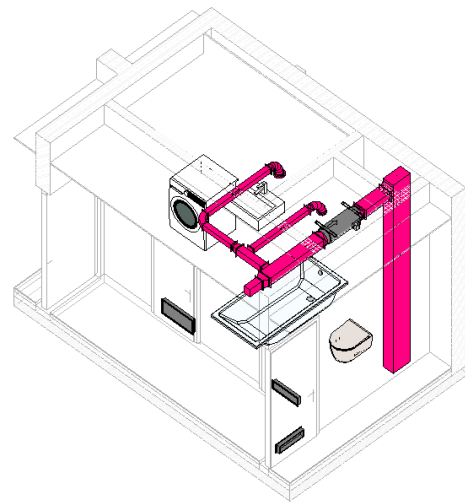
3.8.2.1 Řešené koupelny

Byt 3+KK

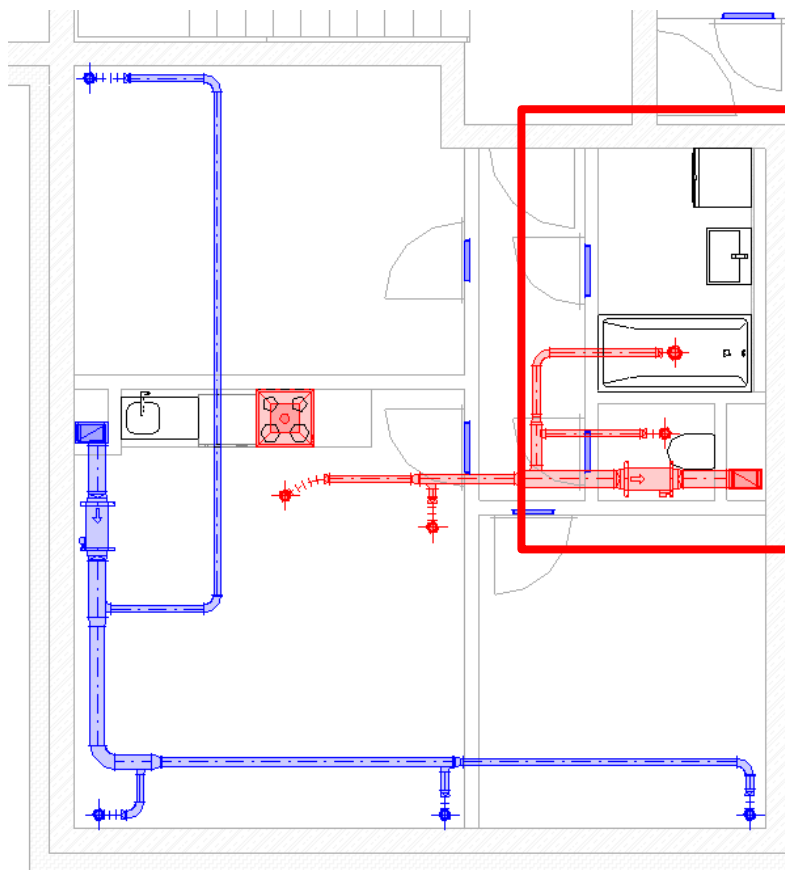
V rámci bytu 3+ KK je řešena koupelna o objemu 11 m³. V koupelně jsou tři zařizovací předměty. Jedná se o pračku, umyvadlo a vanu. Do koupelny vede větev odvodu vzduchotechnického systému. Nutno poznamenat, že koupelna se nachází ve vnitřní části objektu není zde tedy možnost žádného dodatečného přirozeného větrání. Níže je přiložen půdorys bytu a také výřezy z vypracovaného stavebního a vzduchotechnického modelu.



Obr. 42: Výřez stavebního modelu 3+KK



Obr. 43: Výřez modelu vzduchotechniky 3+KK



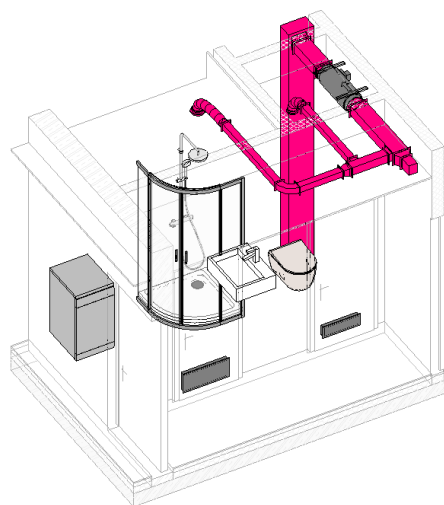
Obr. 44: Výřez půdorysu bytu 3+KK s červeně ohraničenou zájmovou koupelnou

Byt 2+KK

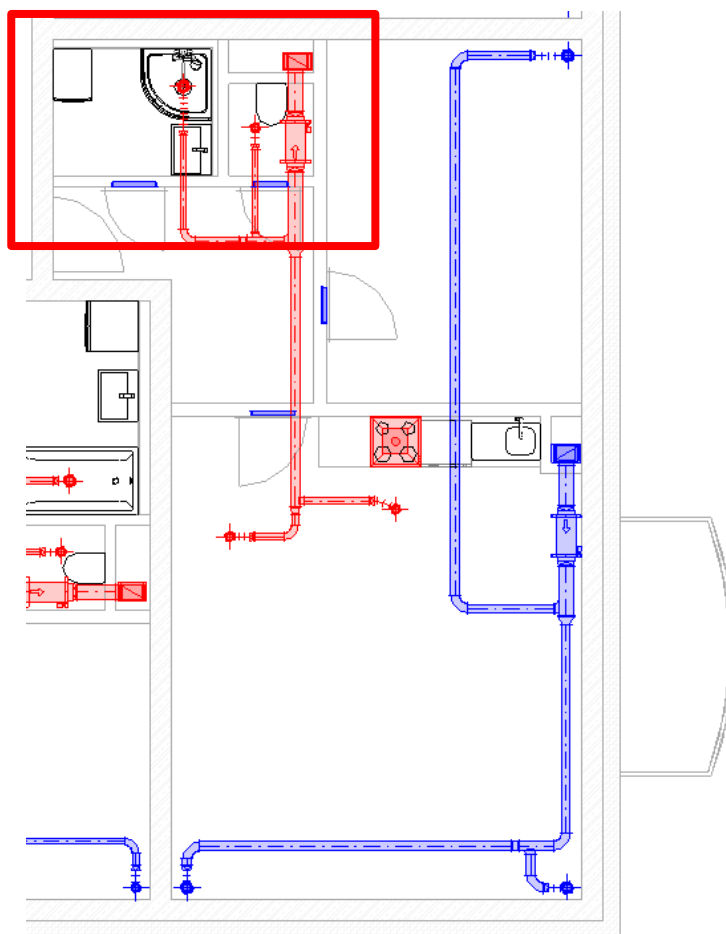
V bytě 2+ KK je koupelna menší. Má konkrétně objem 7 m³. V koupelně jsou také tři zařizovací předměty. S jediným rozdílem, že místo vany se zde nachází sprchový kout. Do koupelny také vede větev odvodu vzduchotechnického systému. Koupelna je opět navržena ve vnitřní části objektu, nelze tedy uvažovat dodatečné přirozené větrání.



Obr. 45: Výřez stavebního modelu 2+KK



Obr. 46: Výřez modelu vzduchotechniky 2+KK



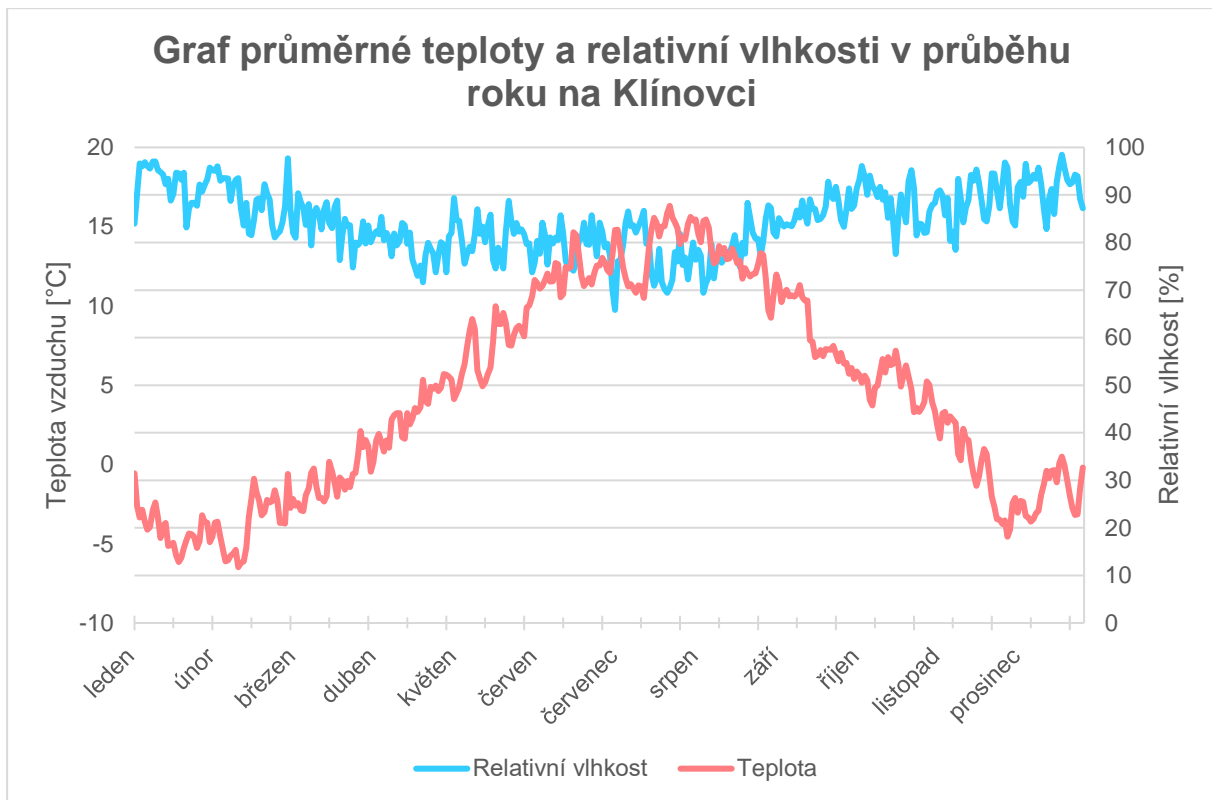
Obr. 47: Výřez půdorysu bytu 2+KK s červeně ohraničenou zájmovou koupelnou

3.8.2.2 Relativní vlhkost

V této části probereme relativní vlhkost, která má zásadní vliv na pozdější výsledky. Její hodnota se stále mění na základě okolí ať již z příčiny přírodních vlivů nebo úpravou ve vzduchotechnické jednotce.

Vnější relativní vlhkost

Vlhkost ve venkovním vzduchu se pohybuje v různých hodnotách v průběhu roku a není výrazně ovlivněna lidskou aktivitou. Hodnoty relativní vlhkosti se v našich podmínkách liší v důsledku zejména teploty (*daného ročního období*) ale také dle konkrétní polohy zájmové lokace. Pro účely této práce jsem zpracoval data z posledních 10 let z Českého hydrometeorologického ústavu v oblasti Klínovce, pro vyšší přesnost těchto dat. Na další stránce je vyhotovený graf, ve kterém jsou znázorněny měsíční průměry relativní vlhkosti a teploty. [23]

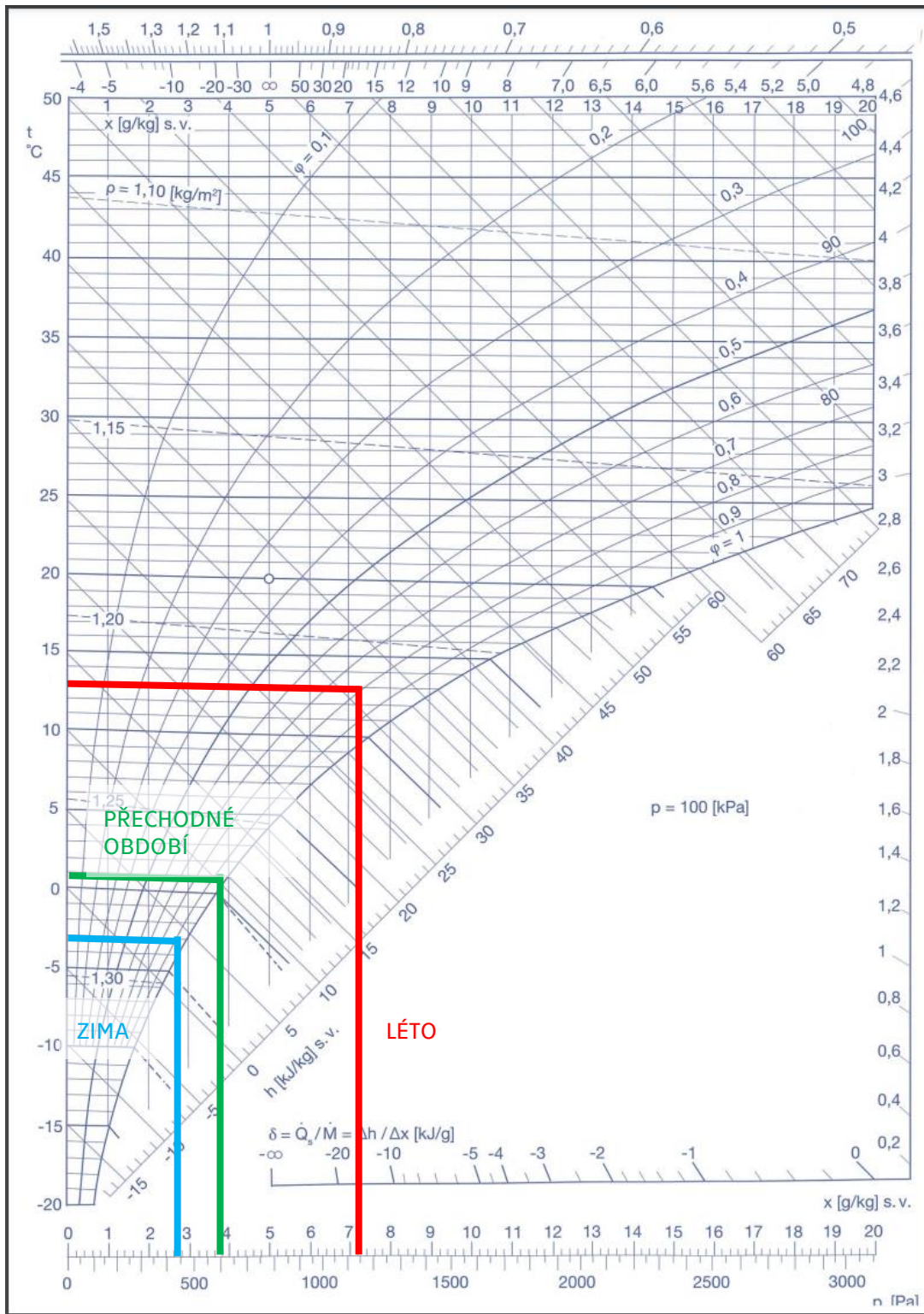


Obrázek 48: Graf průměrné teploty a relativní vlhkosti v průběhu roku na Klínovci

Z grafu je patrné, že v horských podmínkách Klínovce je relativní vlhkost v období letních měsíců relativně ustálena v rozmezí hodnot 70-85 % a v zimě dochází k mírnému nárůstu, kdy se typicky vlhkost pohybuje od 80-95 %. Vysoká vlhkost je zapříčiněna například množstvím sněhových přeháněk v této oblasti. Prezentované hodnoty jsou pouze průměrné a často dochází k vyšším hodnotám, kdy relativní vlhkost je 100 % bez ohledu na venkovní teplotu. V rámci přechodných období podzimu a jara dochází k proměnlivému nárůstu a poklesu relativní vlhkosti.

Na základě těchto dat můžeme za pomoci Mollierova diagramu získat hodnoty měrné vlhkosti pro jednotlivé typické hodnoty relativní vlhkosti a teploty vzduchu v jednotlivých obdobích. Důležité je (*na základě teorie v kapitole 3.8.1*), že kvůli vyšší teplotě v letních měsících má vzduch kapacitu obsahovat vyšší množství vodní páry nežli v zimním období.

Díky těmto poznatkům můžeme stanovit základní vlastnosti vzduchu, který bude upravován ve vzduchotechnické jednotce v zimním a letním období anebo případně bude přímo proudit do objektu dodatečným přirozeným větráním (*například provětráváním okny*). Grafické zpracování Mollierova diagramu včetně tabulky je zobrazené na další stránce.



Obrázek 49: h-x diagram se zobrazenými typickými hodnotami pro oblast Klínovce

Tabulka 30: Tabulka typických hodnot pro exteriér Klínovce

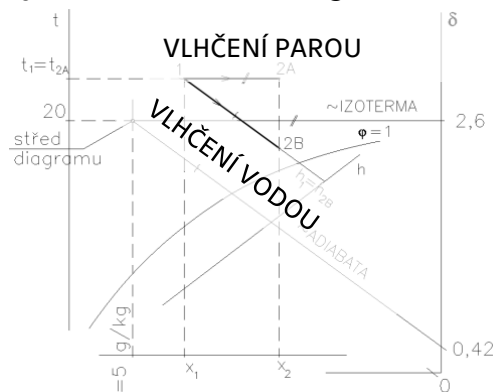
Roční období	Teplota	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost
Léto	13 °C	80 %	7,1 g/kg
Přechodné období	1 °C	90 %	3,8 g/kg
Zima	-3 °C	90 %	2,7 g/kg

Vnitřní relativní vlhkost

Hodnotu vnitřní relativní vlhkosti lze ovlivnit třemi hlavními způsoby. První způsob je intenzita větrání n [h^{-1}] prostoru. Ta může být zajištěna přirozeným nebo nuceným větráním. V našem případě je zajištěna převodním prvkem (*mřížka ve spodní části dveřního křídla*), kterou proudí čerstvý vzduch, ten je přiveden do obytných místností apartmánu vzduchotechnickým systémem. Dle normy [3] je nutnost zajistit intenzitu větrání minimálně $0,3 \text{ h}^{-1}$, doporučena je však hodnota $0,5 \text{ h}^{-1}$.

Druhou formou, jak lze vnitřní relativní vlhkost ovlivnit je vlastnostmi přiváděného vzduchu. To můžeme zajistit úpravou vzduchu ve vzduchotechnické jednotce například následujícími způsoby:

- Ohřevem nebo ochlazením vzduchu v jednotce. Čerstvý venkovní vzduch často nejdříve zahříváme nebo ochlazujeme v jednotce odvodním vzduchem a po té ohříváčem nebo chladičem upravíme na zájmovou teplotu.
- Vlhčením vzduchu vodou nebo parou. Vodou probíhá distribuce vody ve formě kapiček (*mlhy*). Energie, kterou potřebuje voda, aby se vypařila je převzata ze vzduchu a tím pádem dochází ke zvýšení teploty a snížení vlhkosti. Tento proces se nazývá jako *adiabatické vlhčení vzduchu* a probíhá po zmíněné adiabatě. Alternativně lze využít vlhčení parou, při kterém dochází ke zvýšení vlhkosti, ale teplota zůstává konstantní. Tento proces probíhá po izotermě. Oba zmíněné procesy jsou níže znázorněny na výseku Mollierova diagramu (50).



Obr. 50: Výsek Mollierova diagramu se znázorněním vlhčení vzduchu vodou a parou [5]

Alternativně lze i dosáhnout snížení vlhkosti přirozeným větráním, a to otevřením dveří nebo okna. Ovšem v našem případě koupelna se nachází ve vnitřním prostoru a nemá okno. Dveřmi proudí čerstvý vzduch přes převodní prvek ovšem otevřením dveřních křídel můžeme zajistit větší průtok vzduchu do koupelny a případný odvod vlhkosti, ale za cenu šíření vodní páry do obytných místností.

Třetím a posledním faktorem jsou zdroje produkce vlhkosti v interiéru. Této části se podrobněji budeme věnovat v kapitole 3.8.3. V současné chvíli je důležité vědět, že zvýšením či snížením této produkce můžeme značně ovlivnit podmínky v interiéru.

Je důležité udržovat relativní vlhkost na stanovených limitech pro každý provoz kvůli důvodům zmíněným v úvodu této práce. Zmíněné metody mohou mít rozlišnou účinnost dle daného navrhovaného provozu. V našich podmínkách se často setkáme v zimním období se suchým vzduchem, který vyžaduje vlhčení. Naopak v letních měsících nabývá snížení relativní vlhkosti na důležitosti. Lidé dokážou pouze vnímat relativní vlhkost do určité míry, a to zejména vizuálně na okolí v případě kondenzace. Doporučeno je udržovat hodnoty relativní vlhkosti v rozmezí 30 % - 70 %.

V provozech s vysokou produkcí vlhkosti v našem případě koupelny je nezbytné zajistit odvod nadbytečné vlhkosti k zabránění její akumulace. Je vhodné zajistit v koupelně mírný podtlak, aby vlhkost nemohla pronikat do okolních prostor a znehodnocený vzduch zůstal v místnosti do té doby, než je systémem odsát do exteriéru. Těžko detekovatelným problémem se stává, pokud kondenzace nastane uvnitř skladby konstrukcí, kde může dojít k rozvoji plísní a hub, které dále mohou zvyšovat zdravotní rizika pro uživatele z pohledu respiračních onemocnění. Přítomnost vody ovšem také snižuje tepelné technické vlastnosti skladeb a dochází ke zvýšení tepelného toku mezi konstrukcemi, a to má za následek vyšší spotřebu energie na vytápění.

Závěrem této podkapitoly tedy je, že nekontrolovatelné šíření zvýšené vlhkosti v objektu je nežádoucí a může mít z dlouhodobého hlediska těžko řešitelné následky. Je tedy naším úkolem vlhkost v prostorech kontrolovat a udržovat na požadované úrovni.

Návrhové podmínky

Konstrukce ohraničující koupelnu nesousedí s exteriérem, tím pádem uvažujeme okrajové podmínky interiéru bytu v jednotlivých obdobích. V později navrhovaných simulacích využijeme stanovené podmínky pro koupelnu ale také proměnnou relativní vlhkost v různých obdobích. Navrhované podmínky jsou uceleně vypsány v tabulce (31).

Tab. 31: Souhrn výpočtových podmínek interiéru pro simulaci provozu koupelny

Prostor	Období	Relativní vlhkost	Teplota	Zdroj
Koupelna	-	90 %	24 °C	[24]
Interiér bytu	Letní	65 %	20 °C	[24], [25]
Interiér bytu	Přechodné	45 %	20 °C	[26]
Interiér bytu	Zimní	30 %	20 °C	[24], [25]

3.8.2.3 Zdroje produkce vlhkosti

Generují do okolního vzduchu vodu v plynném skupenství. Záleží na typu a výši generované vlhkosti, ale důležité je, že vždy ovlivňují vlastnosti vzduchu ve formě zvýšené relativní vlhkosti.

Každý zdroj vlhkosti závisí na různých podmínkách, a to ovlivňuje výši přírůstku vodní páry do vzduchu. Dané zdroje se mohou lišit od sebe nejenom v rámci běžných dnů a víkendových dnů, ale také v daném období anebo dokonce i v průběhu jednotlivého dne. Může se jednat o rozdílnou frekvenci využití koupelny v ranních a večerních hodinách, ale také o intenzitu jednotlivých činností produkující vlhkost různými uživateli v apartmánu.

Bude tedy naším úkolem vytvořit simulace s různým chováním uživatelů v jednotlivých obdobích a stanovit, zda námi navržený vzduchotechnický systém bude dostatečný pro odvod převyšující vlhkosti z prostoru koupelny. Dále v *tabulce (32)* je základní přehled zdrojů produkce vlhkosti, se kterými se v koupelně budeme moci setkat.

Vypsané hodnoty v *tabulce (32)* se mohou lišit dle příslušného zdroje. Analýza a formulování výsledků generovaných z experimentů na produkci vlhkosti se mohou hojně lišit mezi autory i v rámci stejných činností.

Tabulka 32: Zdroje produkce vlhkosti v koupelně včetně jejich závislostí

Činnost	Závislosti	Produkce vlhkosti	Zdroj
Člověk	Aktivita Věk Metabolismus	Lehká aktivita 30-120 g/h Střední aktivita 120-200 g/h Náročná aktivita 200-300 g/h	[26] [27]
Sprchování	Délka sprchy Teplota vody Průtok vody Rozstřík vody na podlahu nebo stěny	2 600 g/h 200-400 g/sprcha	[27] [29]
Koupání (vana)	Délka koupele Teplota vody Průtok vody Rozlití do okolí	700 g/h 60-160 g/koupelel	[27] [28] [29]
Sušení prádla	Množství prádla	450-2 300 g/sušení 50-500 g/h	[27] [30]
Vytírání podlahy	Vytíraná plocha Pozůstatek vody na podlaze	10-100 g/m ²	[27]

Z prezentovaných činností je zřejmé, že sprchování produkuje nejvyšší množství vlhkosti do vzduchu v relativně krátkém časovém okně. Je již nyní důležité zmínit, že se jedná o nejdůležitější proměnnou v provozu. Zajímavé bude rovněž tedy porovnání výsledků koupelny bytu 2+KK, která obsahuje sprchový kout a je svým objemem menší než koupelna bytu 3+KK, která místo sprchového koutu má vanu.

Pro správné fungování vzduchotechnického systému je vhodné umístit distribuční prvek pro odvod vzduchu přímo ke zdroji s nejvyšší produkcí vlhkosti pro co nejefektivnější odvod vlhkosti a zabránění jejího šíření dále do místnosti. V našem případě v koupelně v bytu 2+KK je umístěn talířový ventil nad sprchovým koutem a v koupelně v bytu 3+KK nad vanou.

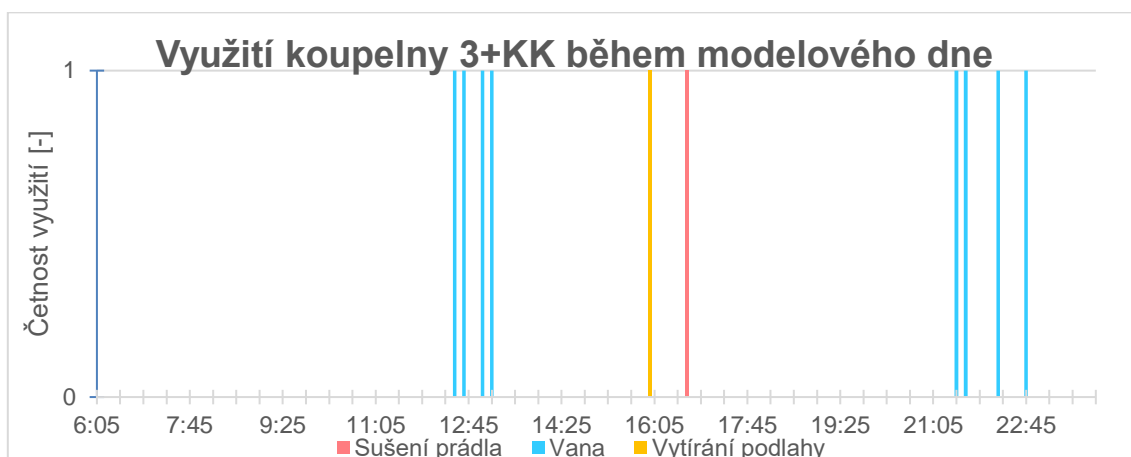
3.8.2.4 Využívání koupelny

Úkolem této kapitoly je vytvořit přehledný rozvrh využití koupelen. Je třeba vytvořit takové využití, které bude odpovídat plnému využití provozu v rámci celého dne. Proto tedy zvolíme modelový den, kdy uživatelé budou více využívat koupelny a nemusí se tedy jednat o každodenní standardní provoz v koupelně.

Můžeme uvažovat situaci, kdy uživatelé budou mít v plánu strávit počátek dne v lyžařském středisku. Dopoledne po příjezdu využijí sprchu nebo vanu. Zároveň se jedná ale o jeden z dnů, kdy v koupelně probíhá úklid a s tím spojené vytírání podlahy, které probíhá odpoledne. V tento čas také uživatelé nechají sušit prádlo z pračky. Večer před spánkem budou opět využity sprchy nebo vany koupelen. Také je nutné poznamenat, že v návrhu budeme uvažovat v dané době zaplněnou kapacitu apartmánu. V bytu 3+KK se jedná o čtyři uživatele a v bytě 2+KK o tři. Dále je graficky a pomocí tabulky tento modelový den znázorněn.

Pro následnou simulaci jsou důležité hodnoty doby sprchování a koupání. Tu lze určit na základě studií a článků zabývajících se touto tematikou. Z informací ze zmíněných zdrojů se průměrná doba sprchování se pohybuje v rozmezí **8-15 minut** [31,32,33] a průměrná doba koupele ve vaně **10-30 minut** [34].

Koupelna 3+KK

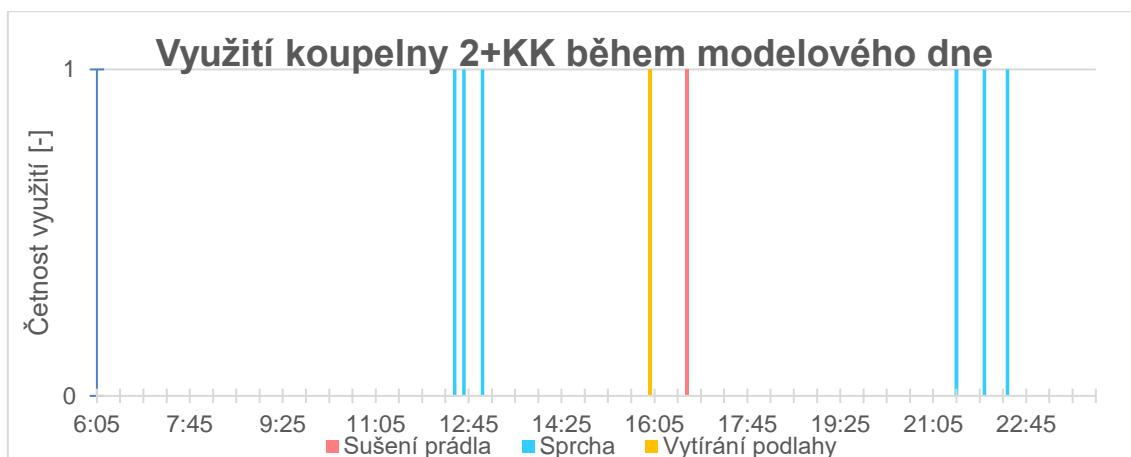


Obrázek 51: Graf využití koupelny apartmánu 3+KK během modelového dne

Tabulka 33: Časy činností využití koupelny apartmánu 3+KK během modelového dne

Sušení prádla	Vana (odpoledne)	Vytírání podlahy	Vana (večer)
16:40	12:30 (8 min. – sprchování)	16:00	21:30 (10 min. – sprchování)
	12:40 (10 min. – sprchování)		21:40 (20 min. – koupel)
	13:00 (8 min. – sprchování)		22:15 (12 min. – sprchování)
	13:10 (30 min. – koupel)		22:45 (15 min. – koupel)

Koupelna 2+KK



Obrázek 52: Graf využití koupelny apartmánu 2+KK během modelového dne

Tabulka 34: Časy činností využití koupelny apartmánu 3+KK během modelového dne

Sušení prádla	Sprcha (odpoledne)	Vytírání podlahy	Sprcha (večer)
16:40	12:30 (8 min.)	16:00	21:30 (15 min.)
	12:40 (12 min.)		22:00 (10 min.)
	13:00 (15 min.)		22:25 (8 min.)

Důležitá poznámka je také ta, že uživatelé mohou využít vanu jak pro koupání, tak také pro sprchování. Pro sprchování ve vaně budeme uvažovat stejnou produkci vlhkosti jako při sprchování ve sprchovém koutu (viz tabulka 2).

3.8.2.5 Vzduchotechnický systém

Jedná se o poslední vstupní parametr pro simulaci. Vzduchotechnický systém jsme v minulých kapitolách již navrhli, kde využíváme doporučené hodnoty objemového průtoku vzduchu V [m^3/h]. pro odvod vzduchu z prostoru koupelen. Tyto hodnoty převezmeme z normy [3], která udává minimální a doporučený průtok vzduchu. Obě hodnoty využijeme v simulacích a posoudíme, zda údaje z normy jsou v našem případě efektivní k odvodu vodní páry z prostoru. Budeme uvažovat konstantní hodnotu odvodu vzduchu po celou dobu provozu.

Tab. 35: Tabulka NA.1- Požadavky na větrání obytných budov z normy [1] s výrazněnou zájmovou oblastí

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h^{-1}]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{os})$]	Kuchyně [m^3/h]	Koupelny [m^3/h]	WC [m^3/h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Dle tabulky výše budeme uvažovat v simulaci koupelen hodnoty minimální, kdy objemový průtok bude odpovídat hodnotě **50 m^3/h** a dále v další simulaci také využijeme hodnotu doporučenou, která je **90 m^3/h** .

3.8.3 Simulace

V této kapitole se budeme zabírat simulací za pomoci programu CONTAM pomocí vypsání parametrů v předchozí kapitole. Provedeme simulace pro oba byty zvlášť a náš postup bude následující:

- Použijeme časové harmonogramy koupelen znázorněné v *grafech kapitoly 3.8.2.4* a to doby počátku využití ale i dobu trvání činností.
- Těmto činnostem přiřadíme produkci vlhkosti. Pro oba byty využijeme stejné hodnoty, abychom dokázali porovnat rozdíly mezi jednotlivými provozy a ročními obdobími. Konkrétně:
 - Sprchování (*sprchový kout i vana*) 2600 g/h
 - Koupel ve vaně 700 g/h
 - Ruční sušení prádla 500 g/h
 - Vytírání podlahy⁵ 80 g/m²

Po těchto dvou krocích jsme vytvořili základní rozvrh simulace, který budeme již dále měnit v okrajových podmínkách.:

- Provedeme simulaci pro letní, zimní a přechodné období na základě hodnot z *tabulky 31*. Výstupem ze simulace bude graf, který bude znázorňovat produkci měrné vlhkosti x [g/kg] v závislosti v námi zadaném harmonogramu. Modrou křivkou je znázorněna mez nasycení (*100% relativní vlhkost*).
- Pokud to bude možné oblast s nejvyšším přírůstkem znázorníme za pomoci Molliera diagramu, do kterého zakreslíme všechny navrhované období pro vyšší přehlednost rozdílů mezi obdobími.
- Posledním kritériem je vliv vzduchotechnického systému a odvod vzduchu, který jsem záměrně zmínil v závěru i když se jedná o vstupní hodnotu. Výše zmíněný postup vytvoříme jak pro minimální, tak i pro doporučenou hodnotu *dle tabulky 35*.

Naším výstupem budou tedy grafy znázorňující provoz místnosti za určitých období, kdy první skupinu grafů navrhne se vzduchotechnickým systémem s minimální hodnotou odvodu vzduchu dle normy [3] a druhou skupinu se systémem s doporučenou hodnotou. Pokud to bude možné, tak výsledky zobrazíme v Mollierově diagramu.

V závěru vyhodnotíme, zda navrhované vzduchotechnické systémy jsou dostačující pro provoz koupelny ve vrcholu využití a případně navrhne změny pro zajištění lepšího provozu. Také porovnáme provozy bytů mezi sebou.

⁵ Uvažujeme celou plochu místnosti koupelny, tím započteme kromě vytírání také úklid zařizovacích předmětů např. umytí skleněné zástěny sprchového koutu, vany apod.

3.8.3.1 Upřesnění výstupů z programu CONTAM

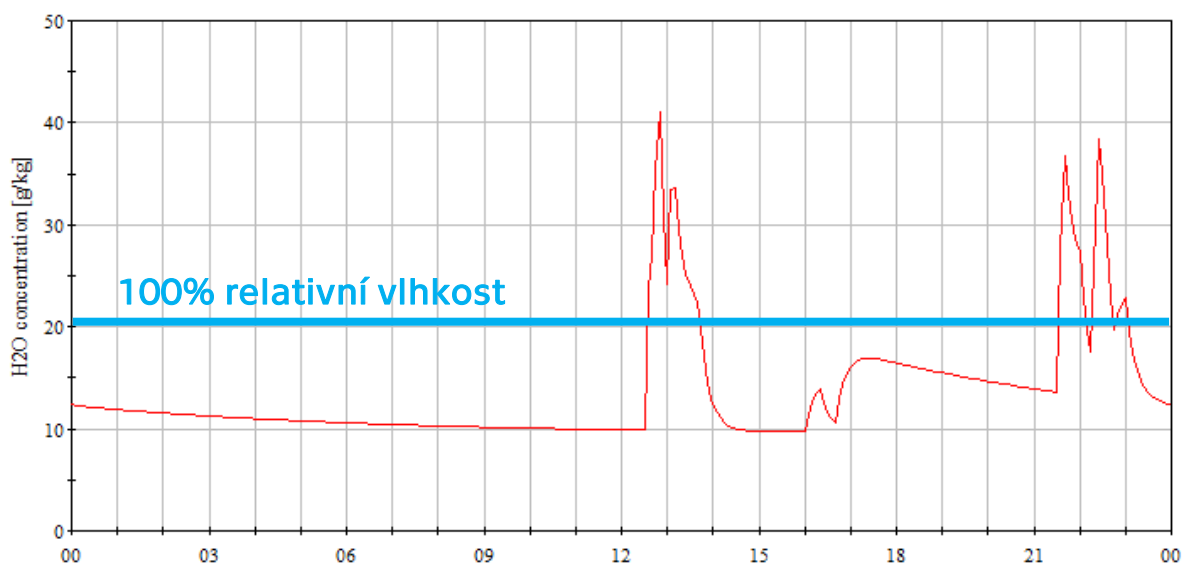
Uvažujeme, že přívod vzduchu do místnosti je zajištěn z interiéru apartmánu převodním prvkem (*mřížkou v křídle dveří*), ovšem hodnotu vlhkosti v koupelně můžeme znatelně ovlivnit, pokud celé dveřní křídlo otevřeme. To za cenu toho, že vlhkost bude pronikat dále do apartmánu, čemuž se snažíme zabránit vytvořením podtlaku v koupelně. Faktor toho, že uživatel by otevřel dveře není v simulaci zpracován. Poslední zmínka se týká okolních stěn koupelny. Jelikož koupelnu neobklopují žádné stěny, které sousedí s exteriérem, tak vodní pára nebude více v poměru kondenzovat na stěnu, která by měla znatelně nižší teplotu povrchu než například pouze stěny nesousedící s exteriérem.

3.8.3.2 Byt 3+KK

Minimální odvod vzduchu dle normy

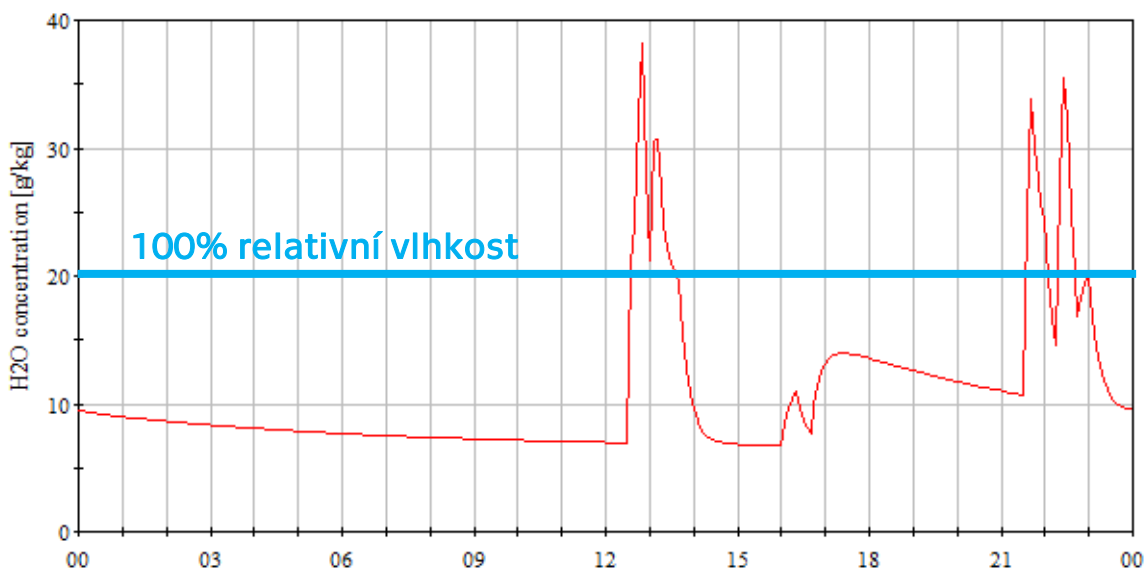
Nejkritičtějším místem pro všechny období je oblast sprchování v odpoledne. To je způsobeno jak vysokou produkcí vlhkosti při sprchování, tak také intenzitou používání koupelny a činnosti také na sebe postupně navazují bez časové přestávky.

V letním období v odpoledních hodinách je vrchol měrné vlhkosti mírně přes 40 g/kg, kdy meze nasycení se dosáhne rychle a poté se relativní vlhkost pohybuje vysoko v oblasti kondenzace. Maximem, které můžeme znázornit na h-x diagramu je měrná vlhkost 20 g/kg, zde tedy dochází až ke dvojnásobnému rozdílu. Činnosti vytírání a sušení prádla produkují vlhkost až k relativní vlhkosti 90 % a tedy stále ještě nedochází ke kondenzaci v koupelně.

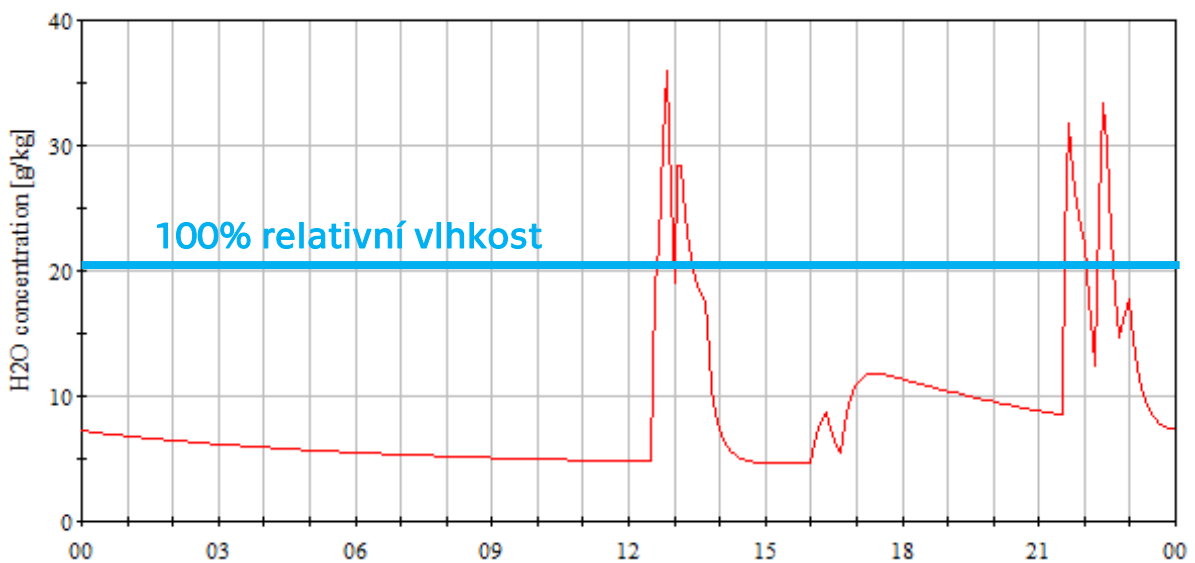


Obrázek 53: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, minimální odvod vzduchu

V přechodném a zimním období jsou výsledky mírně lepší kvůli nižší počáteční relativní vlhkosti v interiéru apartmánu. Ovšem nedostatky jsou totožné s letním obdobím. Potenciálním problémem, který můžeme pozorovat kolem 12 hodiny je blížící se relativní vlhkost 20 %, kdy takto nízká vlhkost není vhodná z mnoha důvodů, ať se jedná například o komfort anebo zdraví uživatelů. Ovšem to platí zejména pro obytné místnosti. V našem případě je vlhkost zvýšená po většinu provozu a nemusíme uvažovat převyšující dobu provozu se znatelně sníženou relativní vlhkostí. Můžeme tedy konstatovat, že systém je schopný při minimálních hodnotách odvádět vlhkost z koupelny pro činnosti, které produkují menší množství vlhkosti. Pro sprchování a koupel se vždy rychle dostaneme k mezi nasycení. Výsledky se ovšem mohou lišit při jiném chování uživatelů.



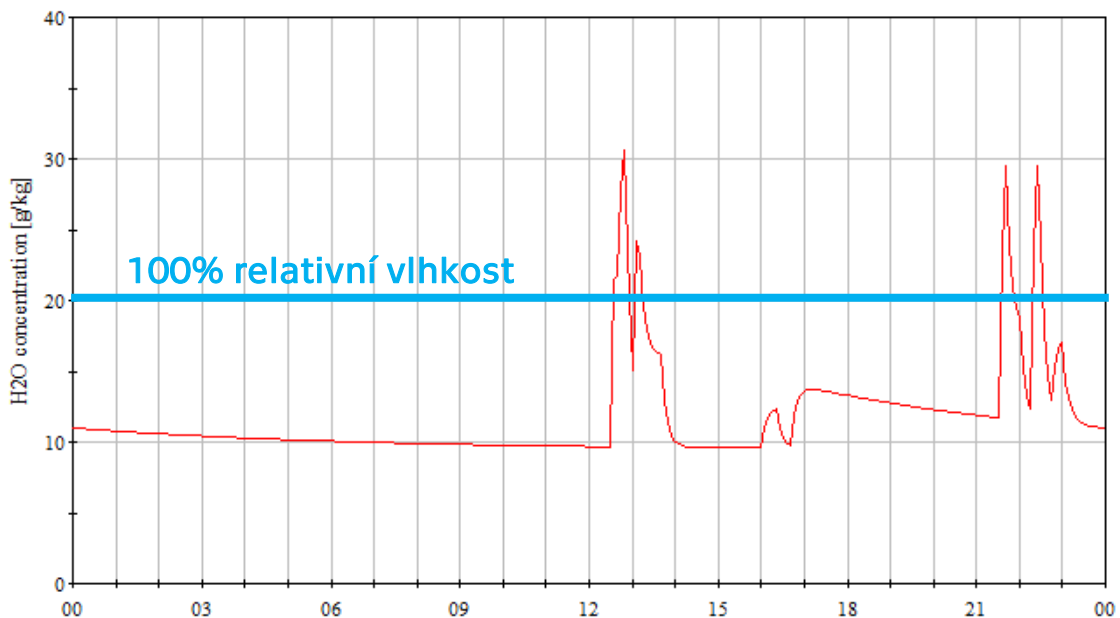
Obrázek 54: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, minimální odvod vzduchu



Obrázek 55: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, minimální odvod vzduchu

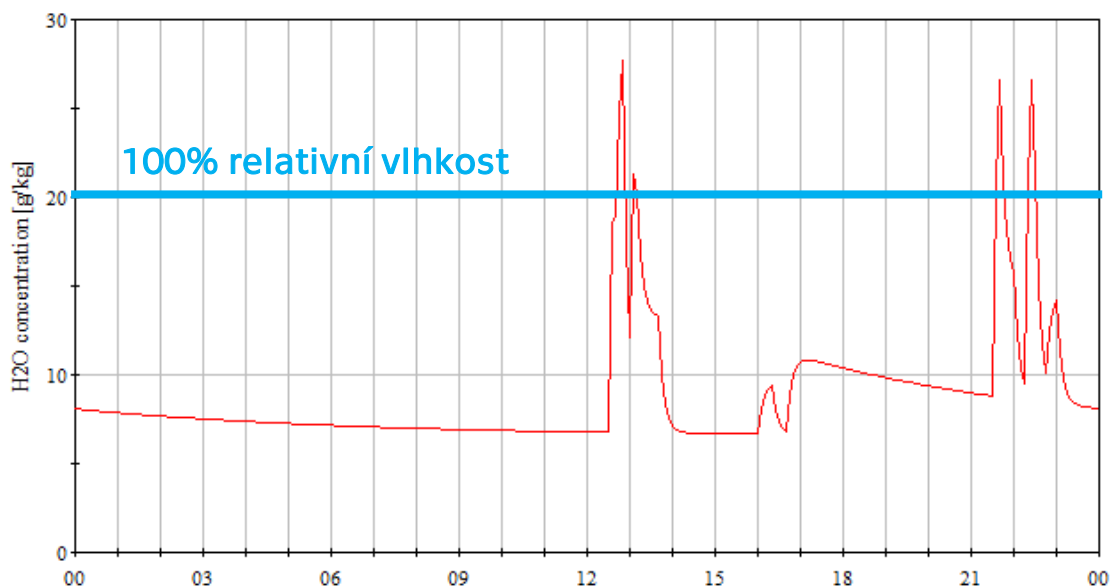
Doporučený odvod vzduchu dle normy

V případě užití doporučených hodnot odvodu vzduchu pro vzduchotechnický systém je situace lepší, kdy se podařilo snížit koncentraci vodních par orientačně o 25 %. Pro sprchování je situace neměnná a stále dochází ke kondenzaci. Konkrétně měrná vlhkost přesahuje mírně 30 g/kg v této oblasti. Další pozitivní změna ovšem je ale v rychlosti snížení vlhkosti zpět na původní hodnotu v interiéru. Toho si například můžeme všimnout u zmíněného odpoledního sprchování, kdy v případě doporučených hodnot již ve 14 hodin je situace v normě, ale v případě minimálního odvodu vzduchu je stále ještě vlhkost zvýšená. Vyšší objem odvodu vzduchu tedy nejenom snižuje maximální hodnotu vlhkosti, ale také snižuje dobu, po kterou jsou vodní páry v prostoru rozptýleny.

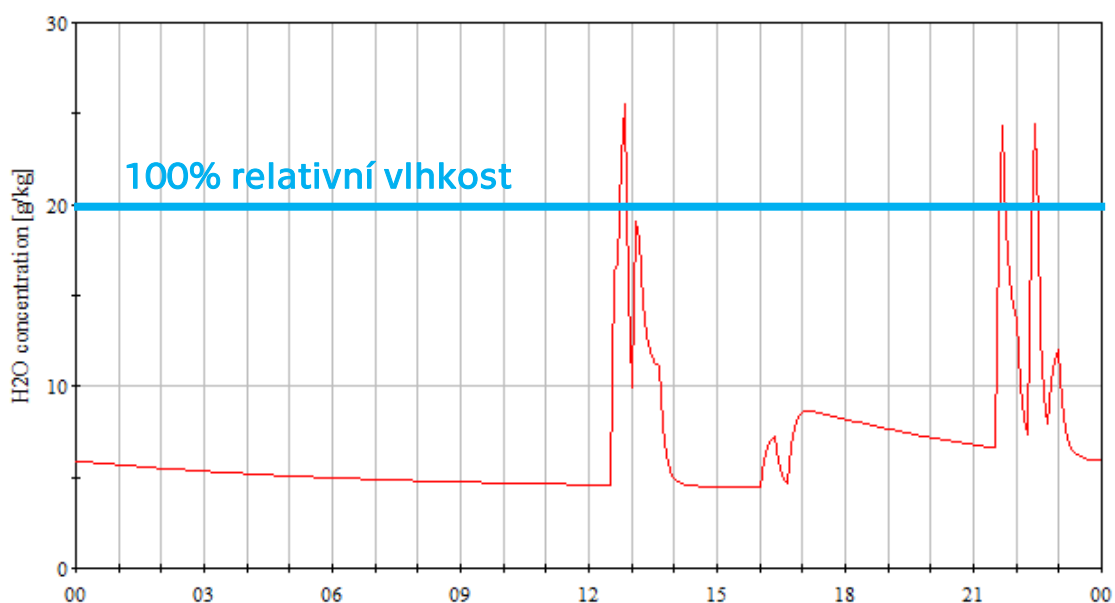


Obrázek 56: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, doporučený odvod vzduchu

Jako u minimálních hodnot v přechodném i zimním období dosahujeme příhodnějších výsledků kvůli nižší počáteční relativní vlhkosti v interiéru. V zimě dokonce se i v oblasti odpoledního sprchování nacházíme v téměř příhodných hodnotách blížících se 20 g/kg. Zvýšenou pozornost také můžeme věnovat nižší relativní vlhkosti blížící se k 20 % v dopoledních a odpoledních hodinách v zimním období.



Obrázek 57: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, doporučený odvod vzduchu



Obrázek 58: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, doporučený odvod vzduchu

Shrnutí výsledků

Oba systémy jsou aplikovatelné za daných podmínek této simulace pro tuto koupelnu, kdy samozřejmě systém s doporučeným odvodem zajišťuje efektivnější odvod vlhkosti z prostoru.

Ve večerních hodinách, kdy uživatelé opět využívají vanu můžeme na výsledcích pozorovat, že koupel nemá takový vliv na produkci vodní páry jako právě sprchování. A můžeme ji tedy řadit mezi činnosti produkující menší množství vlhkosti.

Ovšem i při návrhu dle doporučených hodnot odvodu vzduchu v normě vidíme, že koncentrace vodní páry je v případě užití vany ke sprchování zvýšená a dochází v prostoru ke kondenzaci. Dále se tedy budeme zabývat tím, pokud bychom si stanovili okrajovou podmínku, že nesmí docházet i při sprchování ke kondenzaci v prostoru. Je nutné tedy navrhnout dostatečný odvod vzduchu pro snížení množství vlhkosti.

Návrh odvodu vzduchu dle zdroje vlhkosti

Návrh podložíme výpočtem, kdy stanovíme, jaké je nutné množství větracího vzduchu pro zabránění kondenzace. Do výpočtu vstoupí měrná vlhkost v koupelně x_i [g/kg], kterou budeme uvažovat pro podmínky 24 °C a přípustné relativní vlhkosti v koupelně 90 %. Dále vstoupí proměnná x_p [g/kg] dle příslušného období. Hodnoty využijeme z *tabulky 36*.

Tab. 36: Přehled měrných vlhkostí pro interiér v různých obdobích a okrajové podmínky koupelny

Období/provoz	Teplota	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost
Koupelna	24 °C	90 %	17,2 g/kg
Letní	20 °C	65 %	9,2 g/kg
Přechodné	20 °C	45 %	6,6 g/kg
Zimní	20 °C	30 %	4,1 g/kg

Využijeme tento vzorec:

$$V_p = \frac{G}{\rho \cdot (x_i - x_p)} [m^3/h] \quad (17)$$

Kde: V_p množství odváděného vzduchu [m^3/h]

G produkce vlhkosti (sprchování 2 600 g/h) [g/h]

ρ měrná hmotnost vzduchu (1,19 kg/ m^3 pro 24 °C) [kg/ m^3]

x_i měrná vlhkost ve vzduchu v koupelně [g/kg]

x_p měrná vlhkost přiváděného vzduchu [g/kg]

Dále dosadíme dle vypsanych hodnot:

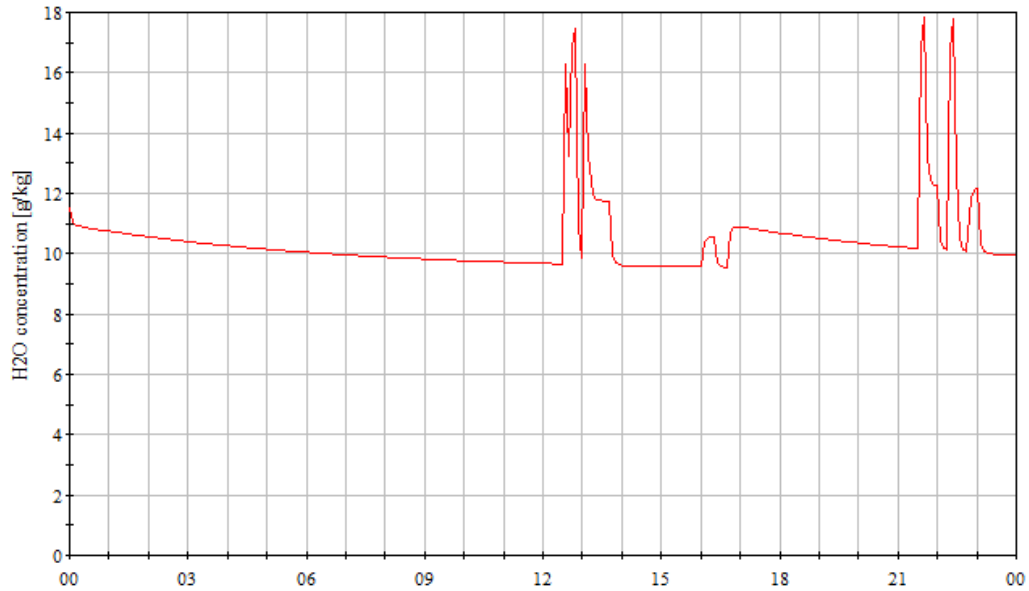
$$\text{Letní období: } V_{p1} = \frac{2\,600}{1,19 \cdot (17,2 - 9,2)} = 273 \, m^3/h$$

$$\text{Přechodné období: } V_{p3} = \frac{2\,600}{1,19 \cdot (17,2 - 6,6)} = 206 \, m^3/h$$

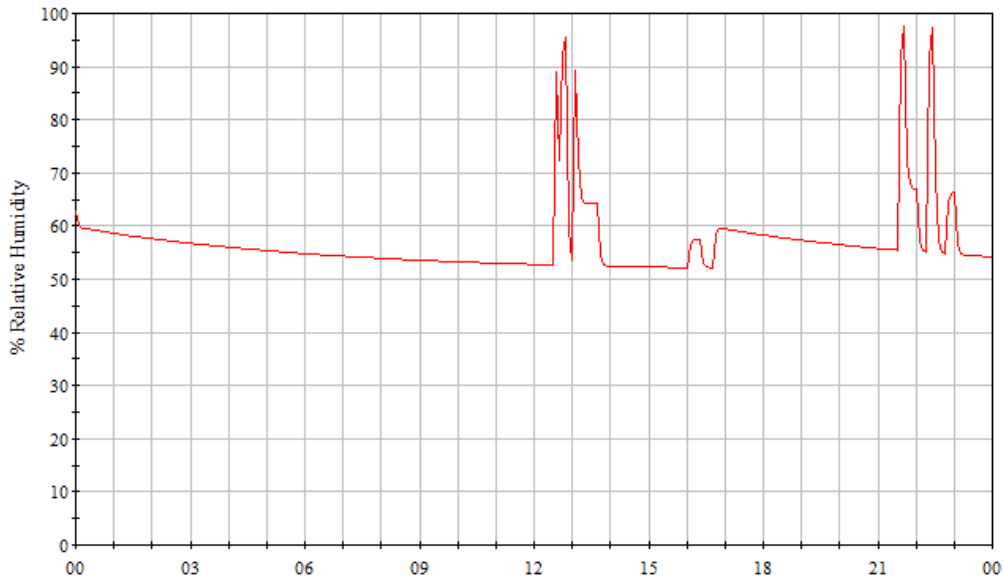
$$\text{Zimní období: } V_{p2} = \frac{2\,600}{1,19 \cdot (17,2 - 4,1)} = 167 \, m^3/h$$

Na následujících obrázcích můžeme vidět zobrazené grafy měrné a relativní vlhkosti pro jednotlivá období.

Letní období

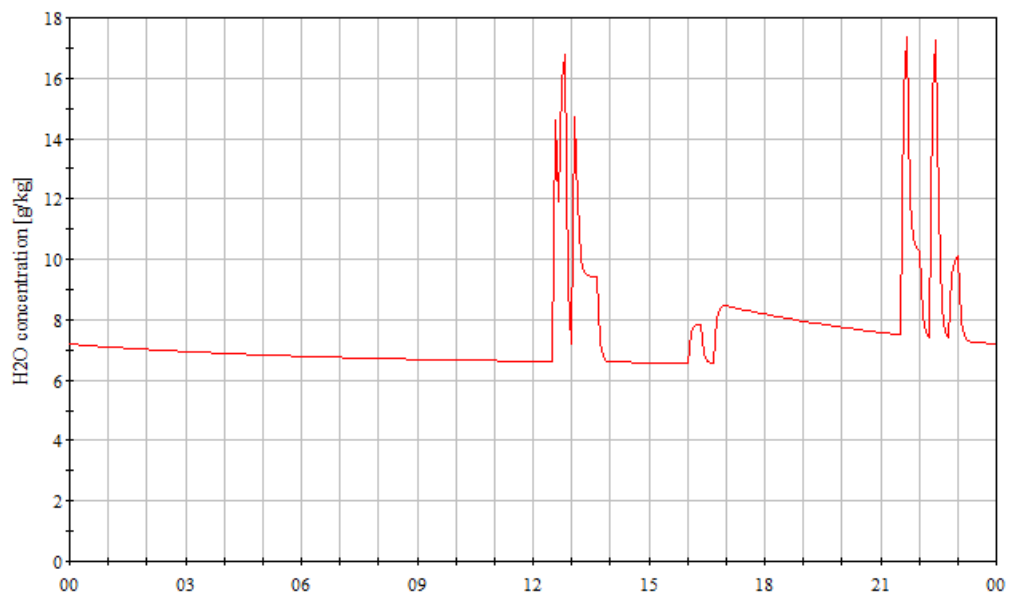


Obrázek 59: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, vypočtený odvod vzduchu – graf měrné vlhkosti

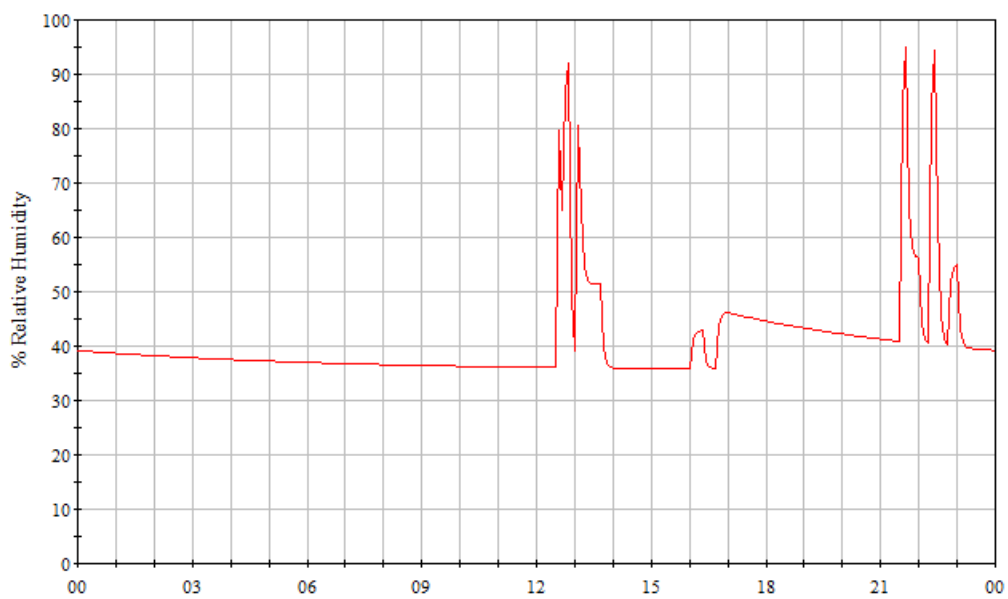


Obrázek 60: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, vypočtený odvod vzduchu – graf relativní vlhkosti

Přechodné období

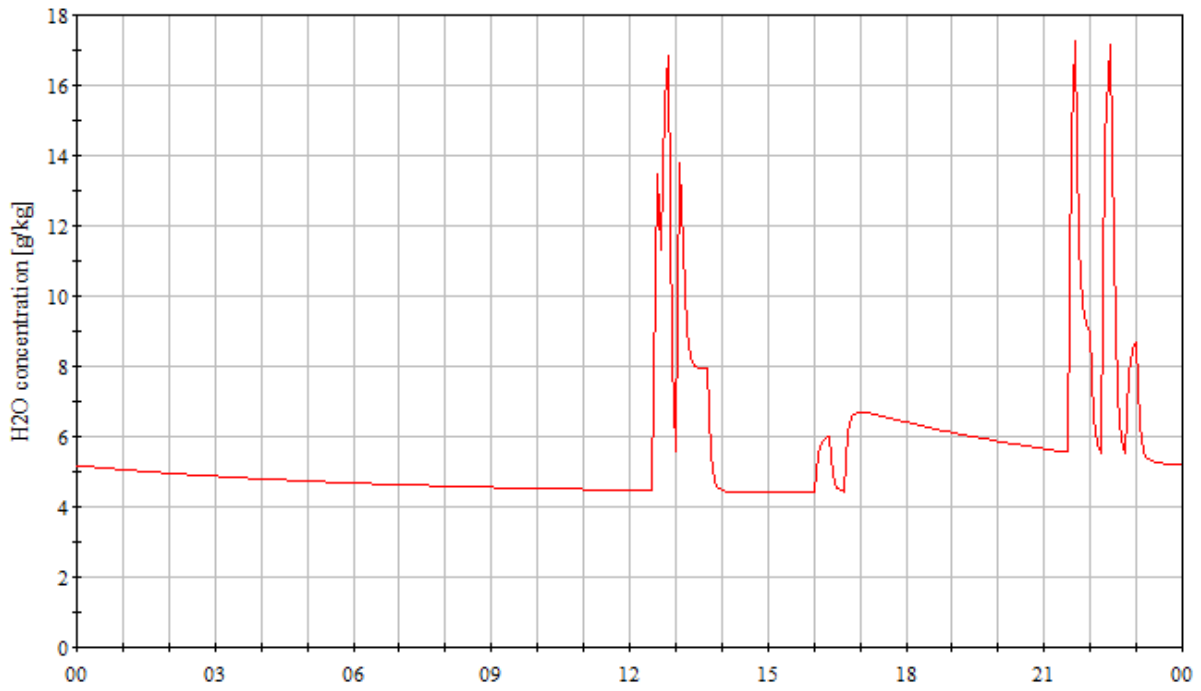


Obrázek 61: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, vypočtený odvod vzduchu – graf měrné vlhkosti

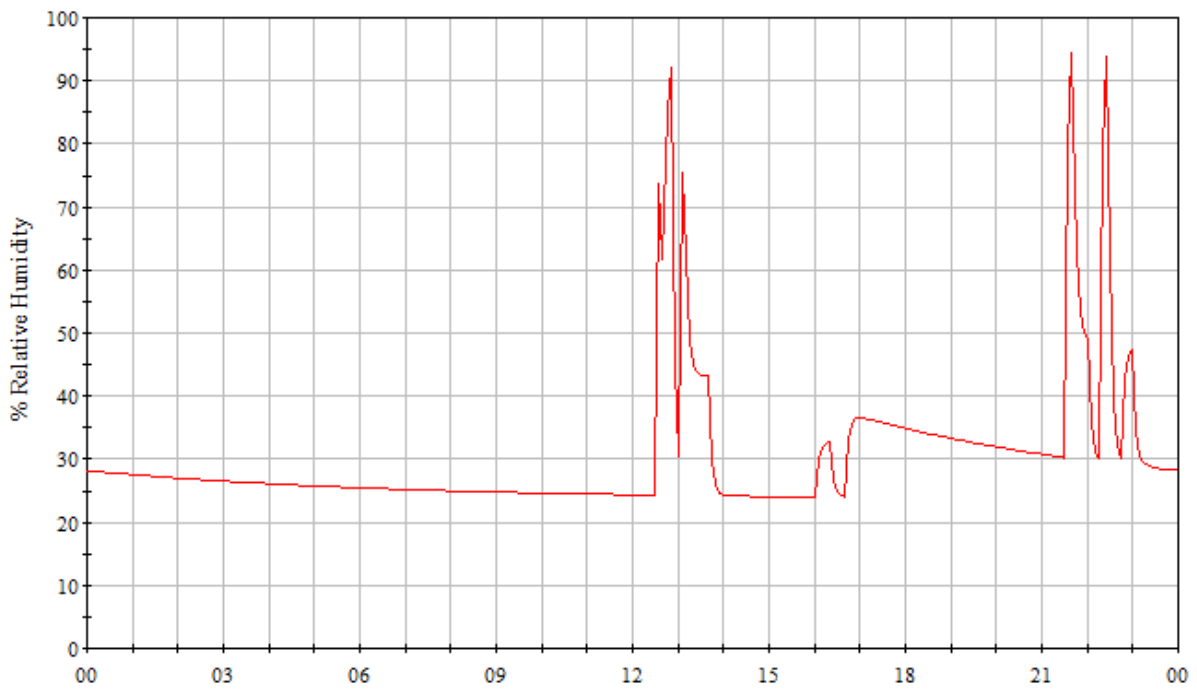


Obrázek 62: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, vypočtený odvod vzduchu – graf relativní vlhkosti

Zimní období



Obrázek 63: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, vypočtený odvod vzduchu – graf měrné vlhkosti



Obrázek 64: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, vypočtený odvod vzduchu – graf relativní vlhkosti

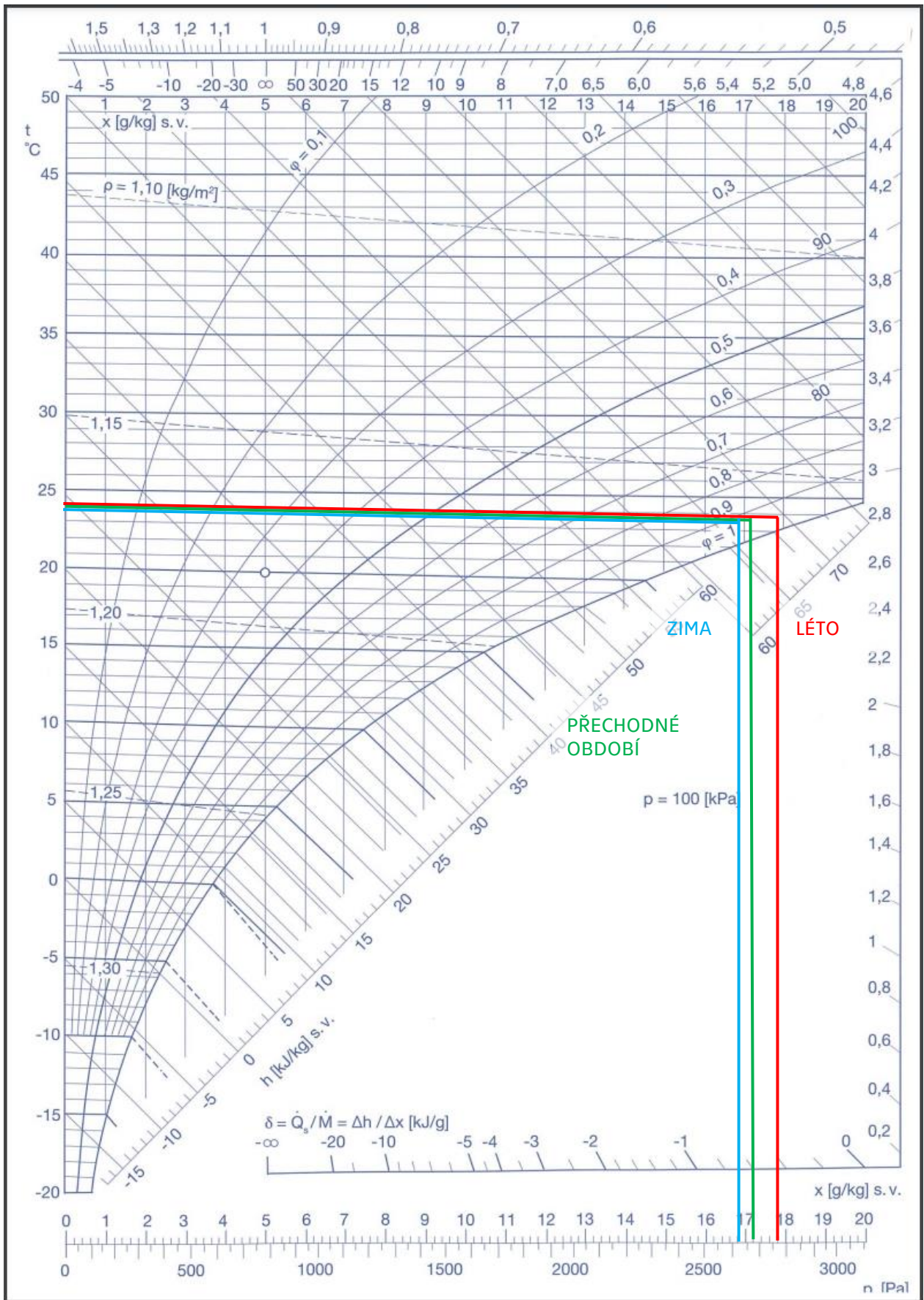
Ve všech obdobích můžeme pozorovat splnění okrajové podmínky, abychom nedosáhli 100 % relativní vlhkosti v koupelně. Hodnoty se téměř neliší díky tomu, že jsme pro každé období navrhli objem vzduchu zvlášť. Zajímavé se ukazuje, že nyní kritickou oblastí není sprchování odpoledne, ale naopak večerní oblast. To je způsobeno tím, že počáteční relativní vlhkost, kdy uživatelé využijí vany je vyšší než v předchozích případech.

V zimním období opět v důsledku nižší počáteční relativní vlhkosti pozorujeme nižší hodnoty blíží se 20 %. Jak bylo zmíněno v předchozí podkapitole u minimálního odvodu vzduchu, tak v provozu koupelny díky častému vlhčení vzduchu v průběhu dne problém nízké relativní vlhkosti nemusíme řešit. Je ovšem důležité, aby k poklesu k těmto hodnotám nedocházelo v obytných místnostech. Poté bychom museli použít různé metody vlhčení vzduchu. Například způsoby zmíněné v kapitole 3.8.2.2.

Také je nutné zmínit, že navrhované objemové toky vzduchu v jednotlivých obdobích jsou vysoké a v praxi se nemusí jevit jako reálně využitelné. Simulace ale byla vytvořena jako modelový ukázkový příklad. A to pro situaci, pokud bychom trvali na tom, aby okrajová podmínka, kdy nemá docházet v koupelně ke kondenzaci, byla vždy přísně splněná. Na základě simulace můžeme ale vidět, že toto rozhodnutí se z mnoha hledisek nejeví jako efektivní. Ať se jedná o vysoké vstupní investiční náklady na vzduchotechnický systém, ale také například o vyšší prostorové nároky na podhled v prostorech. Naším úkolem je tedy zejména analyzovat provoz. Tím je myšleno zjistit celkovou hodnotu zvýšené koncentrace vodních par ve vzduchu v různých oblastech provozu a také dobu po kterou tato situace trvá. Na základě těchto informací můžeme v rozumném měřítku návrh upravit tak, kdy se budeme snažit o co nejrychlejší snížení vlhkosti na hodnoty v normě.

V tomto případě můžeme využít Mollierův diagram pro znázornění vlastností vzduchu ve vrcholové oblasti vlhkosti v odpoledním sprchování. V letním období byla nejvyšší měrná vlhkost **17,8 g/kg**, v přechodném **17,2 g/kg** a v zimním **16,8 g/kg**. Hodnoty jsou zobrazeny v grafu na obrázku 65.

Rozdílným objemovým průtokem vzduchu v závislosti na měrných vlhkostech jednotlivých obdobích jsme zajistili podobné hodnoty relativní vlhkosti v prostoru. Zároveň také můžeme vidět, že ve všech obdobích splníme podmínku, aby hodnoty relativní vlhkosti byly po celou dobu provozu pod mezi nasycení (*100% relativní vlhkosti*).



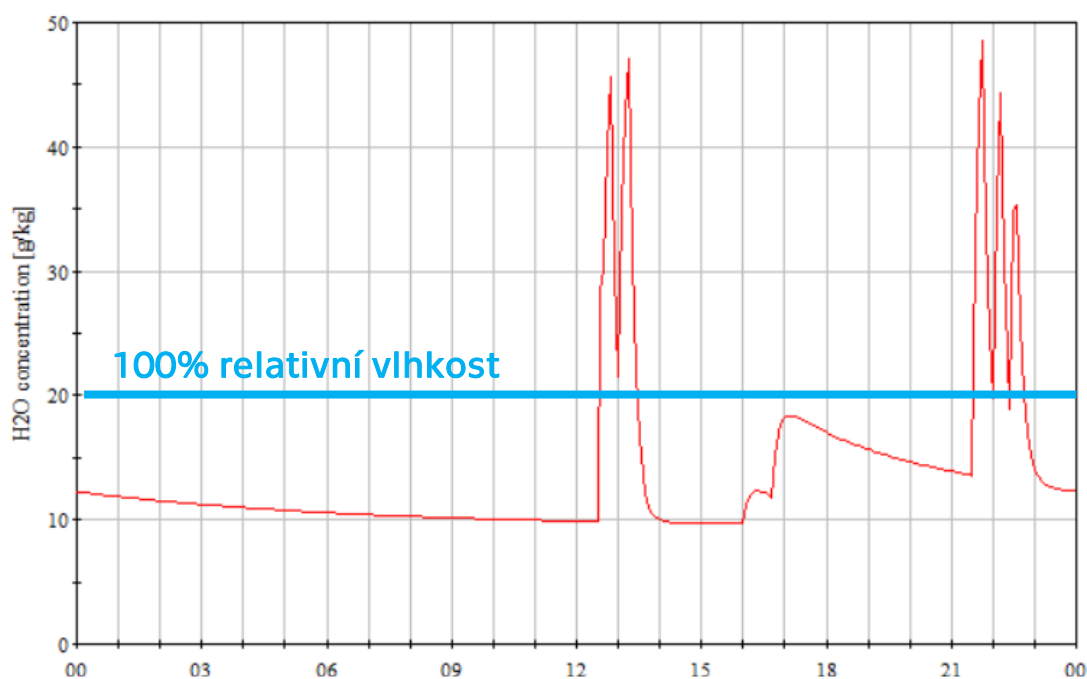
Obrázek 65: h-x diagram se zobrazenými vypočtenými hodnotami pro koupelnu apartmánu 3+KK

3.8.3.3 Byt 2+KK

Minimální odvod vzduchu dle normy

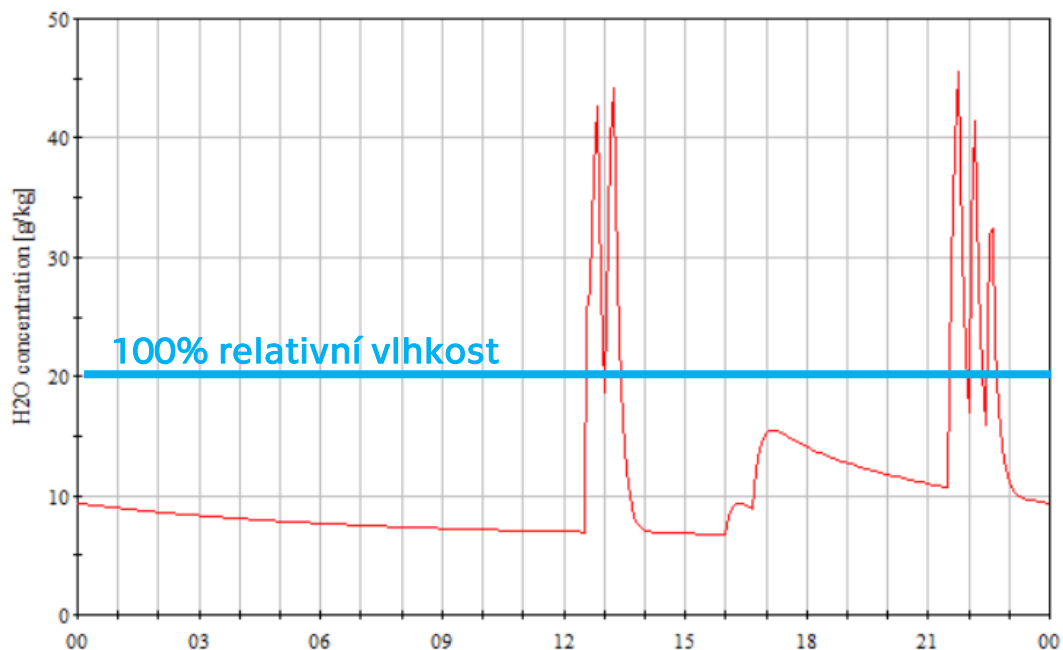
Nyní nejkritičtějším místem pro všechny období je naopak oblast sprchování večer. Vysoký nárůst produkce je způsoben prvním sprchováním, které trvá 15 minut a můžeme vidět, jak velký nárůst vlhkosti v prostoru způsobí sprchování s touto dobou trvání.

Již v první simulaci v letním období můžeme vidět, že vrchol hodnot měrné vlhkosti v koupelně se pohybuje až téměř k 50 g/kg tedy orientačně o 20 % více než u bytu 3+KK. Pokud opět víme, že maximum, které můžeme znázornit na h-x diagramu je 20 g/kg, tak se pohybujeme z pohledu relativní vlhkosti ve vysoké oblasti kondenzace. Problémem je ale oblast, kdy dochází přesně ke kondenzaci již při vytírání a sušení prádla, tedy konkrétně u činností, které produkují méně vlhkosti. Ovšem je možné, že při rozdílném chování uživatelů by nemuselo k tomu to případu nastat. Vyšší hodnoty oproti 3+ KK jsou způsobené menším objemem koupelny v tomto apartmánu.

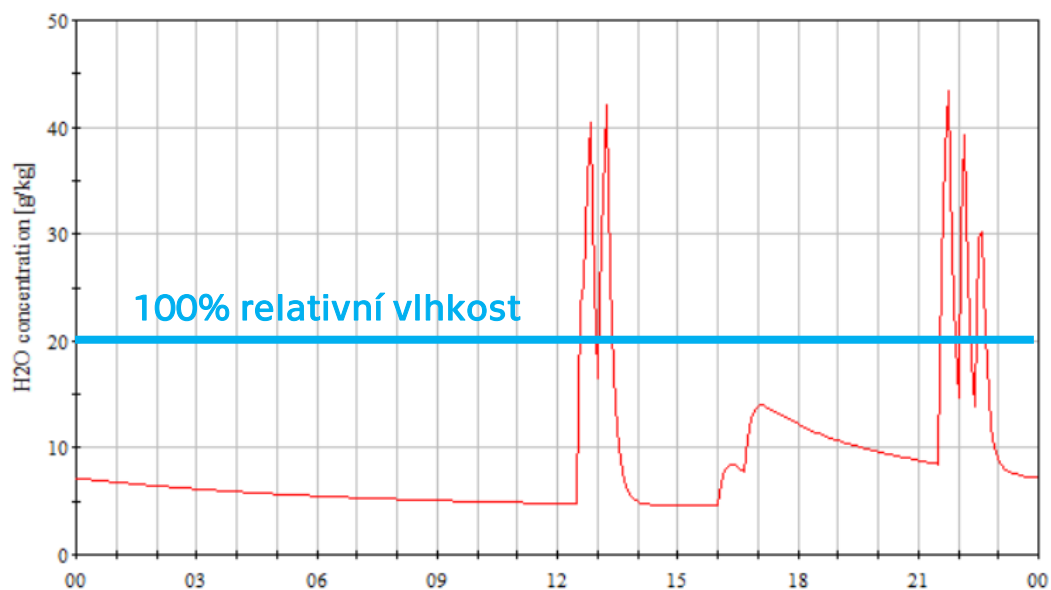


Obrázek 66: Simulace provozu koupelny 2+KK – letní období, minimální odvod vzduchu

V případě přechodného a zimního období dochází k menším hodnotám produkce vlhkosti v prostoru. V oblast vytírání a sušení prádla již ke kondenzaci nedochází. V odpoledních i večerních hodinách je sprchování v oblasti vysoké kondenzace. V závěru můžeme shrnout, že minimální hodnoty odvodu vzduchu nejsou ideální pro provoz této koupelny, jelikož již při činnostech, které produkují méně vlhkosti může za určitých podmínek dojít ke kondenzaci v prostoru.



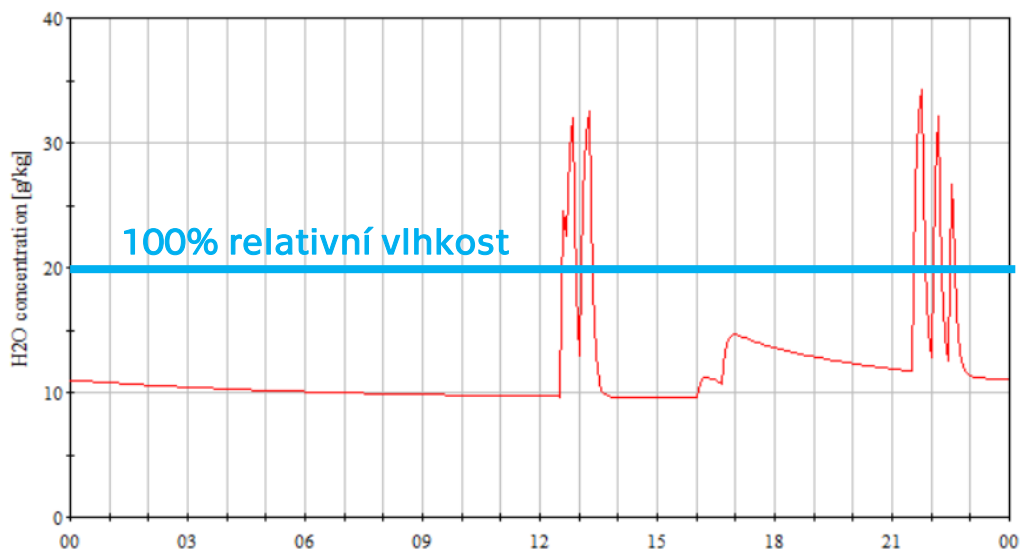
Obrázek 67: Simulace provozu koupelny 2+KK – přechodné období, minimální odvod vzduchu



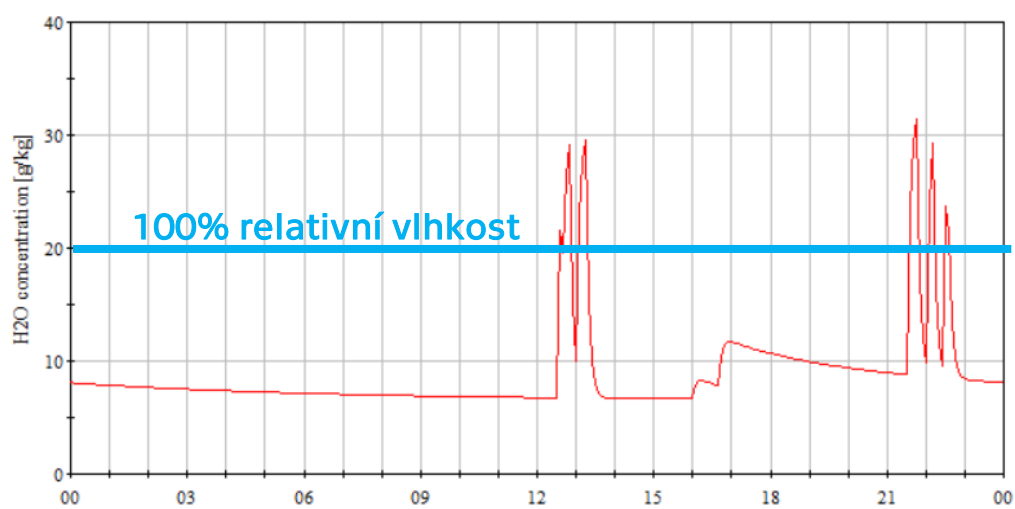
Obrázek 68: Simulace provozu koupelny 2+KK – zimní období, minimální odvod vzduchu

Doporučený odvod vzduchu dle normy

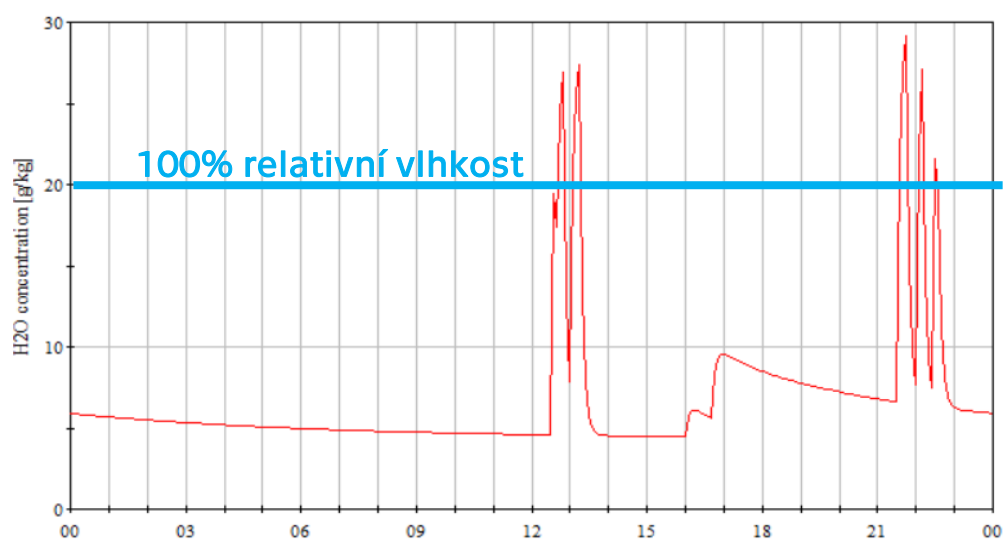
Nyní můžeme na grafech pozorovat, že situace je lepší. V letním období již nedochází ke kondenzaci při činnostech vytírání a sušení prádla. A jednotlivé doby trvání zvýšené koncentrace vodních par jsou sníženy. Nejvyšší pozorovanou hodnotu měrné vlhkosti můžeme stanovit na 34 g/kg.



Obrázek 69: Simulace provozu koupelny 2+KK – letní období, doporučený odvod vzduchu



Obrázek 70: Simulace provozu koupelny 2+KK – přechodné období, doporučený odvod vzduchu



Obrázek 71: Simulace provozu koupelny 2+KK – zimní období, doporučený odvod vzduchu

3.8.3.4 Porovnání výsledků a koupelen na základě simulací

Jednotlivé provozy je vhodné porovnávat ve stejných obdobích, které vykazují nejvyšší hodnoty vlhkosti. V našem případě se jedná o letní období, kdy v obou koupelnách je již zvýšená počáteční relativní vlhkost v interiéru apartmánu. Z předchozích kapitol jsme zjistili, že minimální hodnoty odvodu vzduchu by z hlediska odvodu vodní páry byly pro koupelnu v apartmánu 3+KK vyhovující, ovšem u bytu 2+KK již nikoliv pro námi stanovené podmínky simulace.

Pro ani jeden provoz není dostačující objemový průtok vzduchu pro zajištění relativní vlhkosti pod mez nasycení po celou dobu provozu koupelny v průběhu modelového dne. Pokud bychom ovšem chtěli navrhnout takový objemový průtok, mohli jsme se přesvědčit v *kapitole návrhu odvodu vzduchu dle zdroje vlhkosti*, že to by vyžadovalo velké množství vzduchu, které reálně z mnoha důvodů v praxi nelze pravděpodobně aplikovat. Proto náš postup je jiný. Snažíme se navrhnout takový objemový průtok, který odpovídá tomu, že menší činnosti produkující vlhkost v našem případě konkrétně sušení prádla a vytírání podlahy neohrožují provoz natolik, aby v prostoru docházelo ke kondenzaci. Zajistit dostatečný odvod pro sprchování je neefektivní, jak jsme výše zmínili, ale budeme se snažit patřičnými kroky v návrhu co nejvíce snížit podíl vlhkosti ve vzduchu produkovaný sprchováním a také dobu, kdy vlhkost bude z prostoru odsáta pryč.

V rámci závěrečného shrnutí můžeme zopakovat, že pro koupelnu 3+KK vyhovuje jak hodnota minimální, tak i doporučená uvedená v normě [3]. Tvrzení podkládáme o fakt, že systém je schopný odvést vlhkost z prostoru způsobenou činnostmi, které produkují menší množství vlhkosti než sprchování. V našem modelovém dnu se konkrétně jedná o vytírání podlahy a sušení prádla. V druhém případě pro koupelnu v apartmánu 2+KK není vhodné navrhnout minimální odvod vzduchu právě kvůli nedostatku odvodu vlhkosti v případě menších zdrojů vlhkosti. Doporučená hodnota odvodu vzduchu je již vyhovující.

Je ovšem nutné zmínit, že simulace jsou založené na námi stanovených parametrech a v běžném provozu se mohou různě lišit dle zejména lidského faktoru, tím je myšleno chování uživatelů. Produkce vlhkosti z jednotlivých činností se může různě zvyšovat ale i snižovat, a to na základě závislostí jmenovaných v tabulce 32 v *kapitole 3.8.2.3*, kde jsme se věnovali zdrojům produkce vlhkosti. Pokud by tedy byly případné vstupní parametry pro koupelnu v apartmánu 2+KK jiné, tak je možné, že by provoz vyhověl i pro minimální hodnoty

3.8.3.5 Závěr kapitoly

Důležitým závěrem této práce tedy je, že na základě simulací v různých obdobích v námi stanoveném modelovém dnu jsme se mohli přesvědčit, že doporučená hodnota na odvod vzduchu uvedená v normě (*tabulka 36*) je pro provoz obou koupelen vyhovující. Minimální hodnota ovšem je dostačující pouze v koupelně 3+KK, to je způsobeno větším objemem koupelny, kdy v menší koupelně v apartmánu 2+KK již při činnostech produkující méně vlhkosti, než sprchování dochází ke kondenzaci v prostoru.

Činnost, která se jeví jako nejzásadnější pro vliv vlhkosti v koupelně je sprchování, které v malém časovém okně zvýší koncentraci vodní páry v prostoru na velmi vysoké hodnoty, které se ustálí až po několika hodinách dle možností odvodu vzduchu vzduchotechnickým systémem.

Provoz jako vyhovující vyhodnocujeme na základě toho, zda v námi modelovém dnu nedochází ke kondenzaci v prostoru koupelny při používání koupelny v rámci činností, které produkují méně vlhkosti než sprchování. *V kapitole návrhu odvodu vzduchu dle zdroje vlhkosti*, jsme se zabývali návrhem objemového průtoku vzduchu, pokud bychom chtěli zamezit kondenzaci i při sprchování. Na základě výsledků, které dosahují vysokých hodnot jsme se mohli přesvědčit, že tento návrh není z mnoha hledisek efektivní. Proto tedy naším návrhem se snažíme omezit dobu zvýšené vlhkosti vlivem sprchování a systém navrhnout tak, aby dokázal u ostatních činnostech odvést spolehlivě vlhkost z prostoru koupelny.

Pro porovnání hodnot české normy [3] a našeho závěru můžeme využít také například německou normu [35], která udává doporučenou hodnotu odvodu vzduchu až 60 m³/h. Tato hodnota by pravděpodobně byla i dostačující pro koupelnu 2+KK. Dále například norma ze Spojených států amerických [36] doporučuje 25 l/s čili 90 m³/h, což naopak by situaci odvodu vlhkosti dále zlepšilo pro oba provoz.

Lze tedy usoudit, že ve většině případů, kdy koupelny například nejsou extrémně malé svým objemem a nemají vysoké využití právě zejména sprch. By měly být hodnoty uvedené v normě dostačující pro odvod vlhkosti z prostoru. V případě ale bližší analýzy je tedy důležité pro provoz vytvořit reálné podmínky s odpovídajícím využitím koupelny pro získání co nejpřesnějších výsledků.

V případě námi řešeného apartmánového domu můžeme závěrečně říci, že z pohledu odvodu vlhkosti z prostoru jsou hodnoty, na které jsme vzduchotechnický systém navrhli dostatečné a vhodné pro použití.

4 Závěr

V závěru můžeme konstatovat, že vytyčené cíle v práci jsme splnili. Kdy v úvodu jsme popsali různé možnosti větrání a poté zvolili vhodný způsob na základě našich požadavků pro apartmánový dům. Dále jsme také navrhli vzduchotechnický systém s ohledem na přechodné bydlení v bytových jednotkách a systém pro garážový prostor. V poslední části práce jsme blíže analyzovali provoz koupelen a vytvořili simulace provozu v průběhu dne. Na základě těchto simulací jsme usoudili, že použitá doporučená hodnota v normě v našem objektu je dostačující pro odvod vlhkosti z prostoru koupelny.

Seznam použitých zdrojů

- [1] JELÍNEK, Vladimír a Vladimíra LINHARTOVÁ. Vstupní parametry pro návrh interního mikroklimatu. TZB-info [online]. 4.11.2014 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11927-vstupni-parametry-pro-navrh-interniho-mikroklimatu>
- [2] ČSN EN 15665 (127021) Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [3] ČSN EN 15665 (127021) Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov Z1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] KABRHELOVÁ, Hana. Požadavky na větrání obytných staveb k 1. 1. 2023. TZB-info [online]. 30.1.2023 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/24888-pozadavky-na-vetrani-obytnych-staveb-k-1-1-2023>
- [5] ADAMOVSKÝ, Daniel. Přednášky k předmětu 125TZ02 – Technické zařízení budov 2. Praha: České vysoké učení technické v Praze, fakulta stavební, 2023.
- [6] CIFRINEC, Ivan. Způsoby větrání bytových domů, jejich výhody a nevýhody. TZB-info [online]. 26.5.2010 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani>
- [7] MULTI-VAC SPOL. S R.O. Větrání rodinných a bytových domů - proč se jím zabývat?. TZB-info [online]. 18.9.2020 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/21155-vetrani-rodinnych-a-bytovych-domu-proc-se-jim-zabyvat>
- [8] ČESKÁ REPUBLIKA. Č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: . Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2012.
- [9] KONEČNÁ, Kateřina, Petra TVRDÝ, Jana HORVÁTHOVÁ a Daniel ADAMOVSKÝ. Možnosti celoročního větrání okny. Stavebnictví. 2022, (11/2022), 34-39.
- [10] EkoWATT o.s. Přirozené větrání. Panelové domy EkoWATT [online]. 2010 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/vetrani/25-prirozene-vetrani.html>

- [11] ZMRHAL, Vladimír a Jiří PETLACH. Systémy větrání obytných budov. In: TZB-info [online]. 17.10.2011 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- [12] KABELE, Karel. Teplovzdušné vytápění obytných budov. In: TZB-info [online]. 3.8.2001 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplvzduzne-vytapani/620-teplvzduzne-vytapani-obytnych-budov>
- [13] Centrální větrání: SMART box ø125 – ø400. ATREA, s.r.o. [online]. [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/smart-box-125-400?oznac=smart%20box>
- [14] HRUBÝ, Libor. Kvalita vnitřního prostředí na základních školách. In: ASB-portal [online]. 30.5.2019 [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/kvalita-vnitriho-prostredi-na-zakladnich-skolach>
- [15] Vyhláška č. 268/2009 Sb.: Vyhláška o technických požadavcích na stavby. In: . Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2009.
- [16] ČSN 73 6058: Jednotlivé, řadové a hromadné garáže. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [17] Nařízení vlády č. 93/2012 Sb.: podmínky ochrany zdraví při práci. In: . Česká republika, 2012.
- [18] TOMAN, Stanislav. Větrání garáží (I). In: TZB-info [online]. 27.10.2014 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/11896-vetrani-garazi-1-cast>
- [19] TOMAN, Stanislav. Větrání garáží (II): Havarijní větrání garáží. In: TZB-info [online]. 26.1.2015 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/12258-vetrani-garazi-2-cast>
- [20] TOMAN, Stanislav. Větrání garáží (III). In: TZB-info [online]. 9.2.2015 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/12303-vetrani-garazi-3-cast>
- [21] Vlhkost vzduchu. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2023 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Vlhkost_vzduchu
- [22] NOVÁK, Jiří. Přednášky k předmětu 124SF01 – Stavební fyzika 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, fakulta stavební, 2022.

- [23] Český hydrometeorologický ústav: Denní data dle zákona 123/1998 Sb. [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2022 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>.
- [24] Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210. In: TZB-info [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitрни-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>
- [25] BLASINSKI, Petr a Aleš RUBINA. Vnitřní mikroklima koupelen: Praktické poznatky z měření. In: TZB-info [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební; Ústav technických zařízení budov [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/8684-prakticke-poznatky-z-mereni-vnitрниho-mikroklimatu-koupelen>
- [26] KABRHELOVÁ, Hana. Bytové větrání ve vztahu k produkci CO₂, vlhkosti a škodlivin (II). In: TZB-info [online]. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov, 2006, 6.2.2006 [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/3042-bytove-vetrani-ve-vztahu-k-produkci-co2-vlhkosti-a-skodlivin-ii>
- [27] PEDERSEN, Anders Saasen. Moisture production in buildings. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, Department of Energy and Process Engineering, 2018.
- [28] KABRHELOVÁ, Hana. Koncentrace oxidu uhličitého v obytných místnostech při různých způsobech větrání. In: TZB-info [online]. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov, 2008, 28.1.2008 [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/4613-problematika-bytoveho-vetrani>
- [29] TENWOLDE, Anton a Crystal L. PILON. The Effect of Indoor Humidity on Water Vapor Release in Homes. ASHRAE, 9.
- [30] Souhrn tabulek pro cvičení č.1. In: Katedra technických zařízení budov [online]. České vysoké učení technické v Praze: Katedra technických zařízení budov [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz2/TZ2__1__tabulky.pdf
- [31] WATSON, Kathryn. How Long Should You Shower?. In: Healthline [online]. 25.9.2020 [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/shower-time>

- [32] KINVER, Mark. People's showering habits revealed in survey. In: BBC News [online]. 22.11.2011 [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/science-environment-15836433>
- [33] GILLESPIE, Ed. Let's talk dirty ... how long do you spend in the shower?. In: The Guardian [online]. 4.9.2009 [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2009/sep/04/power-shower-blog>
- [34] It's bath time! New YouGov survey examines the nation's bathing habits. In: YouGov [online]. 2016, 27.8.2016 [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://yougov.co.uk/topics/society/articles-reports/2016/08/27/its-bath-time-new-yougov-survey-examines-nations-b>
- [35] DIN 18017-3 – ENTLÜFTUNG VON INNENLIEGENDEN RÄUMEN. Spolková republika Německo, 2020. Dostupné z: https://www.aereco.de/wp-content/uploads/2020/05/FLY187GM_Luftungsnormen_20220110.pdf
- [36] ASHRAE Standard Standard 62.2-2022: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings. USA: ASHRAE, 2022. Dostupné z: https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE__PREVIEW__ONLY__STANDARDS/STD_62.2_2022

Seznam příloh

- (1) Výpočet tlakových ztrát
- (2) Technické listy
- (3) Technická zpráva
- (4) Výkresová dokumentace

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Stavební model apartmánového domu	11
Obrázek 2: Koordinační situace areálu	12
Obrázek 3: Pohled na starou továrnu v roce 2022 (objekt A)	13
Obrázek 4: Vizualizace <i>Areál pro sport a rekreaci s ubytováním „Továrna“</i>	13
Obrázek 5: Výřez stavebního modelu 1. PP	14
Obrázek 6: Schématický stavební půdorys 1.PP	15
Obrázek 7: Výřez stavebního modelu 1.NP	16
Obrázek 8: Schématický stavební půdorys 1.NP	16
Obrázek 9: Výřez stavebního modelu 2.NP	17
Obrázek 10: Schématický stavební půdorys 2.NP	18

Obrázek 11: Model geometrie vodovodu	19
Obrázek 12: Model geometrie kanalizace	19
Obrázek 13: Princip infiltrace vzduchu okenním otvorem	22
Obrázek 14: Princip aerace v objektu	22
Obrázek 15: Porovnání efektivity různých způsobů větrání ložnice o 25,5 m ² a pokles obsahu CO ₂ ve vzduchu [9]	23
Obrázek 16: Schéma příčného provětrávání okny	24
Obrázek 17: Schéma odvodu vzduchu šachtovým větráním	25
Obrázek 18: Schéma nuceného podtlakového větrání s přívodem vzduchu převodními prvky a odvodem vzduchu do společného potrubí [11]	26
Obrázek 19: Schéma rovnotlakého větrání s přívodem a odvodem vzduchu [11]	28
Obrázek 20: Schéma teplovzdušného vytápění [11]	29
Obrázek 21: Schéma hybridního větrání	30
Obrázek 22: Výřez stavebního modelu apartmánu 3+KK	32
Obrázek 23: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 100 MANDÍK	38
Obrázek 24: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVOM 100 MANDÍK	39
Obrázek 25: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 125 MANDÍK	40
Obrázek 26: SMART box od společnosti ATREA – kompaktní provedení [13]	41
Obrázek 27: Grafické znázornění výběru SMART boxu	42
Obrázek 28: Graf znázorňující vliv CO ₂ na lidský organismus [14]	43
Obrázek 29: Výřez stavebního modelu apartmánu 2+KK	44
Obrázek 30: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 125 MANDÍK	48
Obrázek 31: Schéma stavebního půdorysu 1.PP s vyznačenou oblastí skladových prostor	50
Obrázek 32: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVPM 80 MANDÍK	52
Obrázek 33: Graf z technického listu pro návrh talířového ventilu TVOM 80 MANDÍK	53
Obrázek 34: Tabulka frekvence výměny vozidel $f [h^{-1}]$ [16]	57
Obrázek 35: Schéma půdorysu 1.PP s vyznačenými trasami vozidel k parkovacím stáním	58
Obrázek 36: Tabulka emisí oxidu uhelnatého vozidel skupiny 1 z normy [16]	61
Obrázek 37: Graf z technického listu pro návrh vyústky pro kruhové potrubí VNKM MANDÍK	64

Obrázek 38: Charakteristika jednotky DUPLEX 5500 Multi Eco-V z návrhového programu DUPLEX od společnosti ATREA.....	66
Obrázek 39: Charakteristika jednotky DUPLEX 500 Multi z návrhového programu DUPLEX od společnosti ATREA.....	66
Obrázek 40: Vztah parciálního tlaku vodní páry a teploty s různou relativní vlhkostí [22]	69
Obrázek 41: Popsaný Mollierův h-x diagram s vyznačenými základními veličinami.....	70
Obr. 42: Výřez stavebního modelu 3+KK vzduchotechniky 3+KK	Obr. 43: Výřez modelu
Obr. 44: Výřez půdorysu bytu 3+KK s červeně ohraničenou koupelnou.....	72
Obr. 45: Výřez stavebního modelu 2+KK vzduchotechniky 2+KK	Obr. 46: Výřez modelu
Obr. 47: Výřez půdorysu bytu 2+KK s červeně ohraničenou koupelnou.....	73
Obrázek 48: Graf průměrné teploty a relativní vlhkosti v průběhu roku na Klínovci.....	74
Obrázek 49: h-x diagram se zobrazenými typickými hodnotami pro oblast Klínovce	75
Obr. 50: Výsek Mollierova diagramu se znázorněním vlhčení vzduchu vodou a parou [5]	76
Obrázek 51: Graf využití koupelny apartmánu 3+KK během modelového dne	80
Obrázek 52: Graf využití koupelny apartmánu 2+KK během modelového dne	80
Obrázek 53: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, minimální odvod vzduchu.....	83
Obrázek 54: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, minimální odvod vzduchu	84
Obrázek 55: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, minimální odvod vzduchu.....	84
Obrázek 56: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, doporučený odvod vzduchu.....	85
Obrázek 57: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, doporučený odvod vzduchu	86
Obrázek 58: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, doporučený odvod vzduchu.....	86
Obrázek 59: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, vypočtený odvod vzduchu – graf měrné vlhkosti	88
Obrázek 60: Simulace provozu koupelny 3+KK – letní období, vypočtený odvod vzduchu – graf relativní vlhkosti.....	88

Obrázek 61: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, vypočtený odvod vzduchu – graf měrné vlhkosti.....	89
Obrázek 62: Simulace provozu koupelny 3+KK – přechodné období, vypočtený odvod vzduchu – graf relativní vlhkosti	89
Obrázek 63: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, vypočtený odvod vzduchu – graf měrné vlhkosti	90
Obrázek 64: Simulace provozu koupelny 3+KK – zimní období, vypočtený odvod vzduchu – graf relativní vlhkosti.....	90
Obrázek 65: h-x diagram se zobrazenými vypočtenými hodnotami pro koupelnu apartmánu 3+KK.....	92
Obrázek 66: Simulace provozu koupelny 2+KK – letní období, minimální odvod vzduchu.....	93
Obrázek 67: Simulace provozu koupelny 2+KK – přechodné období, minimální odvod vzduchu	94
Obrázek 68: Simulace provozu koupelny 2+KK – zimní období, minimální odvod vzduchu.....	94
Obrázek 69: Simulace provozu koupelny 2+KK – letní období, doporučený odvod vzduchu.....	95
Obrázek 70: Simulace provozu koupelny 2+KK – přechodné období, doporučený odvod vzduchu	95
Obrázek 71: Simulace provozu koupelny 2+KK – zimní období, doporučený odvod vzduchu.....	95

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Porovnání systémů větrání.....	30
Tabulka 2: Tabulka místností apartmánu 3+KK	32
Tabulka 3: Tabulka NA.1- Požadavky na větrání obytných budov z normy [3].....	33
Tabulka 4: Návrhové hodnoty pro nárazové větrání (3. otáčky) apartmán 3+KK.....	34
Tabulka 5: Obsazení místnosti v apartmánu 3+KK	34
Tabulka 6: Návrhové hodnoty pro trvalé větrání (2. otáčky) apartmán 3+KK.....	34
Tabulka 7: Intenzita větrání v obytných místnostech apartmánu 3+KK	36
Tabulka 8: Návrhové hodnoty pro minimální větrání (1. otáčky) apartmán 3+KK.....	36
Tabulka 9: Rozdělení objemových průtoků do distribučních prvků v apartmánu 3+KK.....	37
Tabulka 10: Návrh přívodních distribučních prvků v apartmánu 3+KK	38
Tabulka 11: Návrh odvodních distribučních prvků v apartmánu 3+KK	39

Tabulka 12: Návrh převodních prvků v apartmánu 3+KK	40
Tabulka 13: Tabulka místností apartmánu 2+KK	44
Tabulka 14: Návrhové hodnoty pro nárazové větrání (3. otáčky) apartmán 2+KK.....	45
Tabulka 15: Obsazení místností v apartmánu 2+KK.....	45
Tabulka 16: Návrhové hodnoty pro trvalé větrání (2. otáčky) apartmán 2+KK.....	46
Tabulka 17: Intenzita větrání v obytných místnostech apartmánu 2+KK.....	46
Tabulka 18: Návrhové hodnoty pro minimální větrání (1. otáčky) apartmán 2+KK.....	47
Tabulka 19: Rozdělení objemových průtoků do distribučních prvků v apartmánu 2+KK.....	47
Tabulka 20: Návrh přívodních distribučních prvků v apartmánu 2+KK	48
Tabulka 21: Návrh odvodních distribučních prvků v apartmánu 2+KK	49
Tabulka 22: Návrh převodních prvků v apartmánu 2+KK	49
Tabulka 23: Tabulka místností skladových prostor	51
Tabulka 24: Návrhové hodnoty pro větrání skladů	51
Tabulka 25: Návrh přívodních distribučních prvků ve skladových prostorech.....	52
Tabulka 26: Návrh odvodních distribučních prvků ve skladových prostorech.....	53
Tabulka 27: Návrh převodních prvků ve skladových prostorech	53
Tabulka 28: Návrh přívodních a odvodních distribučních prvků v garážovém prostoru	64
Tabulka 29: Vypsání veličiny se základním přehledem pro popsání grafu na obrázku 41	70
Tabulka 30: Tabulka typických hodnot pro exteriér Klínovce	75
Tab. 31: Souhrn výpočtových podmínek interiéru pro simulaci provozu koupelny.....	77
Tabulka 32: Zdroje produkce vlhkosti v koupelně včetně jejich závislostí ..	78
Tabulka 33: Časy činností využití koupelny apartmánu 3+KK během modelového dne.....	80
Tabulka 34: Časy činností využití koupelny apartmánu 3+KK během modelového dne.....	80
Tab. 35: Tabulka NA.1- Požadavky na větrání obytných budov z normy [1] s výrazněnou zájmovou oblastí	81
Tab. 36: Přehled měrných vlhkostí pro interiér v různých obdobích a okrajové podmínky koupelny	87

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PŘÍLOHA 1- VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT POTRUBÍ

**NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY APARTMÁNOVÉHO
DOMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Vypracoval: Jan Malý

Vedoucí práce: Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- přívod 1

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř
	Rožměř 1	Rožměř 2	Průměr													
	a	b	d													
	[mm]	[mm]	[mm]													
1 AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,1	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,00	1,65	96,31	96,32
1 AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,0	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	3,75	123,43	123,43
1 A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
1 B	800	200	0	Vpořádku	3540	1,9	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,00	1,41	33,29	33,29
1 C	550	200	0	Vpořádku	2380	3,7	0,110	6,0	1,500	0,293	117 531	0,0216	0,01	1,00	22,58	22,58
1 D	550	200	0	Vpořádku	2320	7,1	0,110	5,9	1,500	0,293	114 568	0,0217	0,01	1,27	27,24	27,26
1 E	300	175	0	Vpořádku	1160	12,4	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,03	3,13	73,69	73,72
1 F	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
1 G	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
1 H1	75	175	0	Vpořádku	290	3,2	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,31	7,24	7,26
1 H2	125	175	0	Vpořádku	290	2,0	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	3,44	29,16	29,16
1 I	100	100	0	Vpořádku	116	8,8	0,010	3,2	0,400	0,100	21 481	0,0301	0,02	2,31	15,02	15,04
															S =	526,1

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
1H2	SMART box 200	1	50
1I	Přívodní talířový ventil	1	35
S =			85,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	526,1	Pa
Prvky	85,0	Pa
Celkem	611,1	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- nejvzdálenější odvod 2

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m3]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m2/s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok	Délka úseku	Plocha potrubí	Rychlost proudění	Obvod průtočného průřezu	Ekvivalentní průměr	Reynoldsovo číslo	Součinitel tření	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlakové ztráty místními odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr													
	a [mm]	b [mm]	d [mm]													
2 AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,6	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,01	2,94	171,56	171,56
2 AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,1	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	2,84	93,27	93,28
2 A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,06	68,87	68,88
2 B	800	200	0	Vpořádku	3540	5,0	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,01	1,41	33,29	33,29
2 C	550	200	0	Vpořádku	2380	0,9	0,110	6,0	1,500	0,293	117 531	0,0216	0,00	1,00	22,58	22,58
2 D	550	200	0	Vpořádku	2320	2,1	0,110	5,9	1,500	0,293	114 568	0,0217	0,00	1,27	27,24	27,25
2 E	300	175	0	Vpořádku	1160	10,9	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,03	4,47	105,24	105,27
2 F	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
2 G	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
2 H1	75	175	0	Vpořádku	290	3,2	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,06	1,37	1,39
2 H2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,03	17,22	17,23
2 I	125	100	0	Vpořádku	150	2,3	0,013	3,3	0,450	0,111	24 691	0,0292	0,00	1,93	13,40	13,41
2 J	75	75	0	Vpořádku	75	1,0	0,006	3,7	0,300	0,075	18 519	0,0316	0,00	0,13	1,14	1,14
															S =	584,9

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
2H2	SMART box 200	1	50
2J	Odvodní talířový ventil	1	30
		S =	80,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	584,9	Pa
Prvky	80,0	Pa
Celkem	664,9	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- nejvzdálenější přívod 3

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m3]
Kinematická vizkozita vzduchu	v =	0,000015	[m2/s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok	Délka úseku	Plocha potrubí	Rychlost proudění	Obvod průtočného průřezu	Ekvivalentní průměr	Reynoldsovo číslo	Součinitel tření	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlakové ztráty místními odpory	Celková tlak.ztráta úseku	
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr														
	a	b	d														
		[mm]	[mm]		[m3/hod]	[mm]	[m2]	[m/s]	[m]	[m]	[-]	[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	
1	AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,1	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,00	1,65	96,31	96,32
1	AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,0	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	3,75	123,43	123,43
1	A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
1	B	800	200	0	Vpořádku	3540	1,9	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,00	1,41	33,29	33,29
1	C	550	200	0	Vpořádku	2380	3,7	0,110	6,0	1,500	0,293	117 531	0,0216	0,01	1,00	22,58	22,58
1	D	550	200	0	Vpořádku	2320	7,1	0,110	5,9	1,500	0,293	114 568	0,0217	0,01	1,27	27,24	27,26
1	E	300	175	0	Vpořádku	1160	12,4	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,03	3,13	73,69	73,72
1	F	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
1	G	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
1	H1	75	175	0	Vpořádku	290	3,2	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,31	7,24	7,26
1	H2	125	175	0	Vpořádku	290	2,0	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	3,44	29,16	29,16
3	I	125	100	0	Vpořádku	174	3,2	0,013	3,9	0,450	0,111	28 642	0,0287	0,01	3,13	29,24	29,24
3	J	75	100	0	Vpořádku	87	4,5	0,008	3,2	0,350	0,086	18 413	0,0312	0,01	1,30	8,46	8,47
																S =	548,8

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
1H2	SMART box 200	1	50
3J	Přívodní talířový ventil	1	35
		S =	85,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	548,8	Pa
Prvky	85,0	Pa
Celkem	633,8	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- odvod 4

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř	
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr														
	a	b	d														
	[mm]	[mm]	[mm]														
2	AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,6	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,01	2,94	171,56	171,56
2	AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,1	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	2,84	93,27	93,28
2	A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
2	B	800	200	0	Vpořádku	3540	5,0	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,01	1,41	33,29	33,29
2	C	550	200	0	Vpořádku	2380	0,9	0,110	6,0	1,500	0,293	117 531	0,0216	0,00	1,00	22,58	22,58
2	D	550	200	0	Vpořádku	2320	2,1	0,110	5,9	1,500	0,293	114 568	0,0217	0,00	1,27	27,24	27,25
2	E	300	175	0	Vpořádku	1160	10,9	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,03	4,47	105,24	105,27
2	F	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
2	G	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
2	H1	75	175	0	Vpořádku	290	3,2	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,06	1,37	1,39
2	H2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,03	17,22	17,23
4	I	100	100	0	Vpořádku	140	0,5	0,010	3,9	0,400	0,100	25 926	0,0294	0,00	0,27	2,57	2,57
4	J	75	100	0	Vpořádku	90	2,2	0,008	3,3	0,350	0,086	19 048	0,0310	0,01	1,23	8,52	8,53
																S =	581,0

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
2H2	SMART box 200	1	50
4J	Odvodní talířový ventil	1	30
		S =	80,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	581,0	Pa
Prvky	80,0	Pa
Celkem	661,0	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- přívod 5

Vypracoval: Jan Malý

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř
	Rozměr 1 a	Rozměr 2 b	Průměr d													
	[mm]	[mm]	[mm]													
1 AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,1	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,00	1,65	96,31	96,32
1 AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,0	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	3,75	123,43	123,43
1 A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
1 B	800	200	0	Vpořádku	3540	1,9	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,00	1,41	33,29	33,29
5 C	300	175	0	Vpořádku	1160	11,3	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,03	1,46	34,41	34,44
5 D	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
5 E	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
5 F1	75	175	0	Vpořádku	290	3,0	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,31	7,24	7,26
5 F2	125	175	0	Vpořádku	290	1,8	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	3,44	29,16	29,16
5 G	125	100	0	Vpořádku	174	8,8	0,013	3,9	0,450	0,111	28 642	0,0287	0,02	3,13	29,24	29,26
S =																451,2

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
5F2	SMART box 200	1	50
5G	Přívodní talířový ventil	1	35
		S =	50,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	451,2	Pa
Prvky	50,0	Pa
Celkem	501,2	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- odvod 6

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáni rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr													
	a	b	d													
	[mm]	[mm]	[mm]													
2 AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,6	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,01	2,94	171,56	171,56
2 AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,1	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	2,84	93,27	93,28
2 A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
6 C	300	175	0	Vpořádku	1160	4,5	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,01	4,47	105,24	105,25
6 D	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
6 E	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
6 F1	75	175	0	Vpořádku	290	2,9	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,06	1,37	1,39
6 F2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,03	17,22	17,23
6 G	125	100	0	Vpořádku	150	2,3	0,013	3,3	0,450	0,111	24 691	0,0292	0,00	1,93	13,40	13,41
6 H	75	75	0	Vpořádku	75	1,0	0,006	3,7	0,300	0,075	18 519	0,0316	0,00	0,13	1,14	1,14
S =															501,3	

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
6F2	SMART box 200	1	50
6H	Odvodní talířový ventil	1	30
S =			80,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	501,3	Pa
Prvky	80,0	Pa
Celkem	581,3	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- přívod 7

Vypracoval: Jan Malý

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr													
	a	b	d													
	[mm]	[mm]	[mm]													
1 AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,1	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,00	1,65	96,31	96,32
1 AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,0	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	3,75	123,43	123,43
1 A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
1 B	800	200	0	Vpořádku	3540	1,9	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,00	1,41	33,29	33,29
1 C	550	200	0	Vpořádku	2380	3,7	0,110	6,0	1,500	0,293	117 531	0,0216	0,01	1,00	22,58	22,58
1 D	550	200	0	Vpořádku	2320	7,1	0,110	5,9	1,500	0,293	114 568	0,0217	0,01	1,27	27,24	27,26
7 E	300	175	0	Vpořádku	1160	9,0	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,02	3,51	82,64	82,66
7 F	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
7 G	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
7 H1	75	175	0	Vpořádku	290	3,0	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,31	7,24	7,26
7 H2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,00	16,96	16,96
7 I	125	150	0	Vpořádku	217	2,0	0,019	3,2	0,550	0,136	29 226	0,0280	0,00	1,98	12,79	12,79
7 J	100	125	0	Vpořádku	145	3,2	0,013	3,2	0,450	0,111	23 868	0,0293	0,01	2,01	13,05	13,06
7 K	75	75	0	Vpořádku	72,5	3,7	0,006	3,6	0,300	0,075	17 901	0,0317	0,01	1,24	9,91	9,92
S =																543,6

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
7H2	SMART box 200	1	50
7K	Přívodní talířový ventil	1	35
		S =	85,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	543,6	Pa
Prvky	85,0	Pa
Celkem	628,6	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- přívod 8

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q [m ³ /hod]	Délka úseku l [mm]	Plocha potrubí A [m ²]	Rychlost proudění w [m/s]	Obvod průtočného průřezu U [m]	Ekviva- lentní průměr de [m]	Reynold- sovo číslo Re [-]	Součinitel tření Lambda [-]	Tlakové ztráty třením Ptř [Pa]	Součinitel vřazeného odporu Ksí [-]	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí [Pa]	Celková tlak.ztráta úseku Ptř [Pa]
	Rozměr 1 a [mm]	Rozměr 2 b [mm]	Průměr d [mm]													
	1 AA	450	300													
1 AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,0	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	3,75	123,43	123,43
1 A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
8 C	300	175	0	Vpořádku	1160	7,9	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,02	2,49	58,62	58,64
8 D	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
8 E	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
8 F1	75	175	0	Vpořádku	290	3,0	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,31	7,24	7,26
8 F2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,00	16,96	16,96
8 G	125	150	0	Vpořádku	217	2,0	0,019	3,2	0,550	0,136	29 226	0,0280	0,00	1,98	12,79	12,79
8 H	100	125	0	Vpořádku	145	3,2	0,013	3,2	0,450	0,111	23 868	0,0293	0,01	2,01	13,05	13,06
8 I	75	75	0	Vpořádku	72,5	3,7	0,006	3,6	0,300	0,075	17 901	0,0317	0,01	1,24	9,91	9,92
S =															436,5	

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
8F2	SMART box 200	1	50
8I	Přívodní talířový ventil	1	35
S =			85,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	436,5	Pa
Prvky	85,0	Pa
Celkem	521,5	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- odvod 9

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř	
	Rozměr 1 a	Rozměr 2 b	Průměr d														
	[mm]	[mm]	[mm]														
2	AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,6	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,01	2,94	171,56	171,56
2	AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,1	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	2,84	93,27	93,28
2	A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
2	B	800	200	0	Vpořádku	3540	5,0	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,01	1,41	33,29	33,29
9	C	300	175	0	Vpořádku	1160	7,4	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,02	3,13	73,69	73,71
9	D	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
9	E	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
9	F1	75	175	0	Vpořádku	290	3,2	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,06	1,37	1,39
9	F2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,03	17,22	17,23
9	G	125	100	0	Vpořádku	150	2,8	0,013	3,3	0,450	0,111	24 691	0,0292	0,01	1,93	13,40	13,41
9	H	75	75	0	Vpořádku	75	1,3	0,006	3,7	0,300	0,075	18 519	0,0316	0,00	1,28	11,00	11,00
																S =	512,9

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
9F2	SMART box 200	1	50
9H	Odvodní talířový ventil	1	30
		S =	80,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	512,9	Pa
Prvky	80,0	Pa
Celkem	592,9	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- odvod 10

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadáání rozměrů	Průtok Q	Délka úseku l	Plocha potrubí A	Rychlost proudění w	Obvod průtočného průřezu U	Ekviva- lentní průměr de	Reynold- sovo číslo Re	Součinitel tření Lambda	Tlakové ztráty třením Ptř	Součinitel vřazeného odporu Ksí	Tlakové ztráty míst- ními odpory Pksí	Celková tlak.ztráta úseku Ptř	
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr														
	a	b	d														
	[mm]	[mm]	[mm]														
2	AA	450	300	0	Vpořádku	4700	1,6	0,135	9,7	1,500	0,360	232 099	0,0194	0,01	2,94	171,56	171,56
2	AB	600	300	0	Vpořádku	4700	4,1	0,180	7,3	1,800	0,400	193 416	0,0196	0,01	2,84	93,27	93,28
2	A	870	250	0	Vpořádku	4700	4,8	0,218	6,0	2,240	0,388	155 423	0,0202	0,01	3,04	68,46	68,46
2	B	800	200	0	Vpořádku	3540	5,0	0,160	6,1	2,000	0,320	131 111	0,0211	0,01	1,41	33,29	33,29
2	C	550	200	0	Vpořádku	2380	0,9	0,110	6,0	1,500	0,293	117 531	0,0216	0,00	1,00	22,58	22,58
2	D	550	200	0	Vpořádku	2320	2,1	0,110	5,9	1,500	0,293	114 568	0,0217	0,00	1,27	27,24	27,25
10	E	300	175	0	Vpořádku	1160	7,6	0,053	6,1	0,950	0,221	90 448	0,0230	0,02	3,13	73,69	73,71
10	F	225	175	0	Vpořádku	870	3,4	0,039	6,1	0,800	0,197	80 556	0,0237	0,01	0,63	14,90	14,91
10	G	150	175	0	Vpořádku	580	3,4	0,026	6,1	0,650	0,162	66 097	0,0248	0,01	0,62	14,69	14,70
10	H1	75	175	0	Vpořádku	290	3,2	0,013	6,1	0,500	0,105	42 963	0,0274	0,02	0,06	1,37	1,39
10	H2	125	175	0	Vpořádku	290	2,3	0,022	3,7	0,600	0,146	35 802	0,0271	0,00	2,03	17,22	17,23
10	I	125	100	0	Vpořádku	150	2,8	0,013	3,3	0,450	0,111	24 691	0,0292	0,01	1,93	13,40	13,41
10	J	75	75	0	Vpořádku	75	1,3	0,006	3,7	0,300	0,075	18 519	0,0316	0,00	1,28	11,00	11,00
																S =	562,8

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
10H2	SMART box 200	1	50
10J	Odvodní talířový ventil	1	30
		S =	80,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	562,8	Pa
Prvky	80,0	Pa
Celkem	642,8	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- odvod 11

Vypracoval: **Jan Malý**

Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok	Délka úseku	Plocha potrubí	Rychlost proudění	Obvod průtočného průřezu	Ekvivalentní průměr	Reynoldsovo číslo	Součinitel tření	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlakové ztráty místními odpory	Celková tlak.ztráta úseku	
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr														
	a	b	d														
		[mm]	[mm]		Q	l	A	w	U	de	Re	Lambda	Ptř	Ksí	Pksí	Ptř	
		[mm]	[mm]		[m ³ /hod]	[mm]	[m ²]	[m/s]	[m]	[m]	[-]	[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	
11	A	0	0	150	Vpořádku	360	14,2	0,018	5,7	0,471	0,150	56 588	0,0255	0,05	4,10	82,03	82,08
11	B	0	0	125	Vpořádku	240	4,6	0,012	5,4	0,393	0,125	45 271	0,0267	0,02	0,02	0,38	0,40
11	C	0	0	100	Vpořádku	120	7,0	0,008	4,2	0,314	0,100	28 294	0,0290	0,02	0,00	0,00	0,02
															S =	82,5	

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
11C	Vyústka VNKM 325x75	1	19
		S =	19,0

Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	82,5	Pa
Prvky	19,0	Pa
Celkem	101,5	Pa

Výpočet tlakových ztrát vzduchotechnického potrubí- odvod 12

Vypracoval: **Jan Malý**

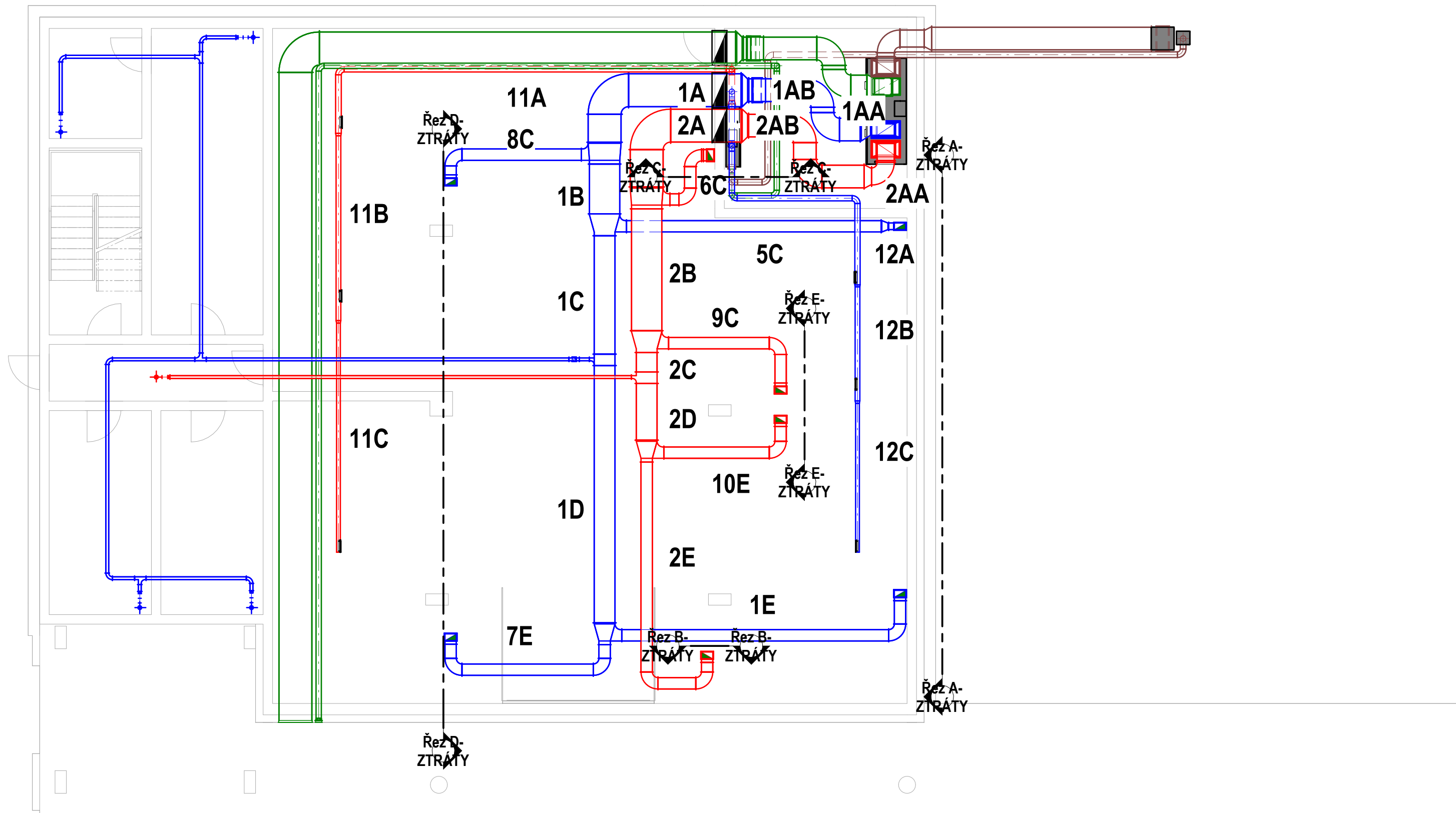
Měrná hmotnost vzduchu	Ró =	1,25	[kg/m ³]
Kinematická viskozita vzduchu	v =	0,000015	[m ² /s]

Zadávat
Mezivýsledky
Výsledky

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok	Délka úseku	Plocha potrubí	Rychlost proudění	Obvod průřetného průřezu	Ekvivalentní průměr	Reynoldsovo číslo	Součinitel tření	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlakové ztráty místními odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	Rozměr 1	Rozměr 2	Průměr													
	a	b	d													
		[mm]	[mm]		Q	l	A	w	U	de	Re	Lambda	Ptř	Ksí	Pksí	Ptř
		[mm]	[mm]		[m ³ /hod]	[mm]	[m ²]	[m/s]	[m]	[m]	[-]	[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
12 A	0	0	140	Vpořádku	300	9,7	0,015	5,4	0,440	0,140	50 525	0,0260	0,03	4,43	81,10	81,13
12 B	0	0	125	Vpořádku	200	2,5	0,012	4,5	0,393	0,125	37 726	0,0273	0,01	0,02	0,27	0,27
12 C	0	0	100	Vpořádku	100	4,3	0,008	3,5	0,314	0,100	23 579	0,0297	0,01	0,00	0,00	0,01
															S =	81,4

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Počet prvků	[Pa]
12C	Vyústka VNKM 325x75	1	19
		S =	19,0

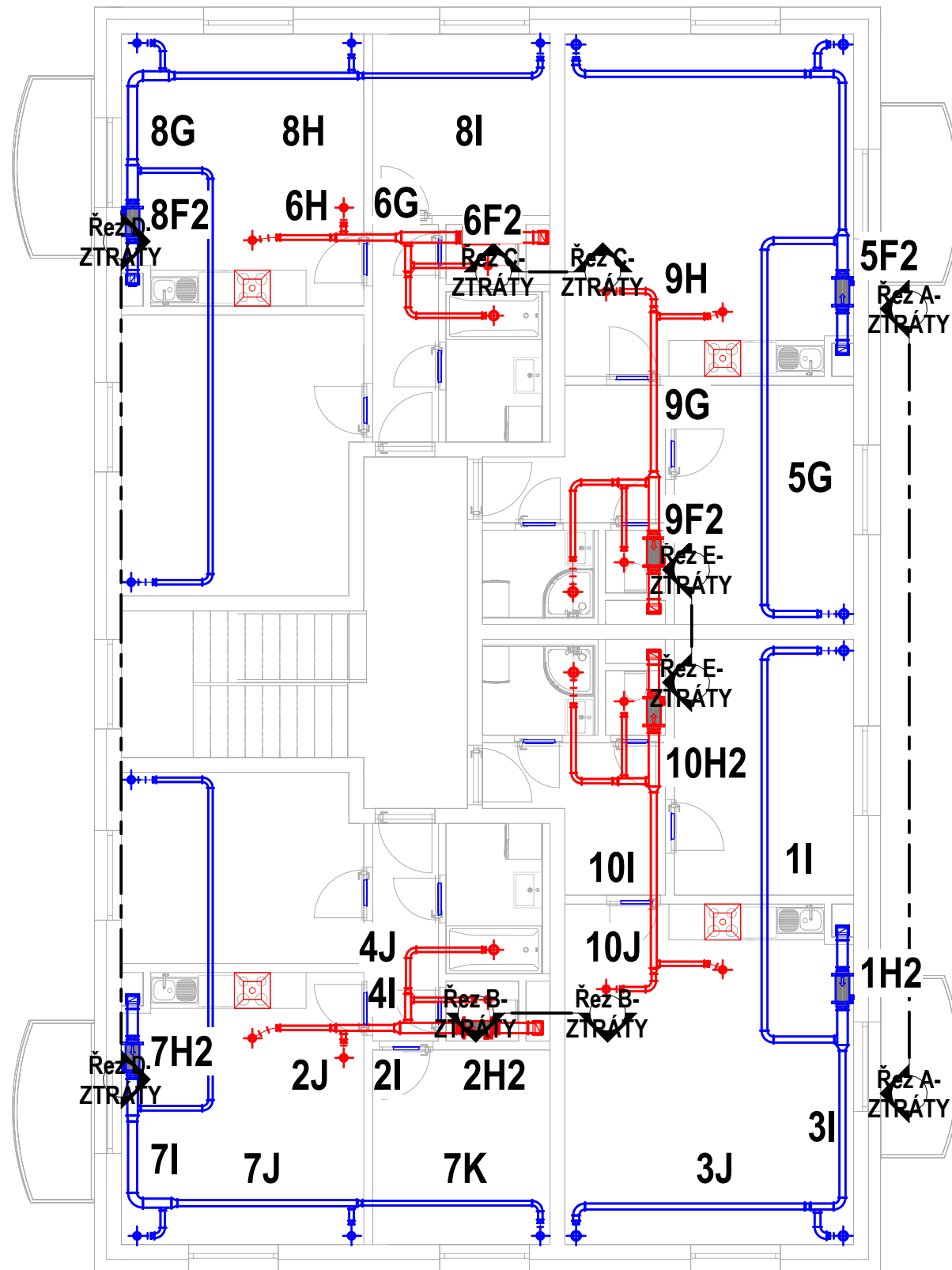
Celkové tlakové ztráty		
Rozvody	81,4	Pa
Prvky	19,0	Pa
Celkem	100,4	Pa



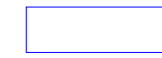
LEGENDA:

- Potrubí- přívodní vzduch
- Potrubí- odvodní vzduch
- Potrubí- výfukový vzduch
- Potrubí- čerstvý vzduch

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC	Datum 05/15/23
Název výkresu Půdorys 1.PP- tlak. ztráty		Měřítko 1:100	Č.V. 16




LEGENDA:

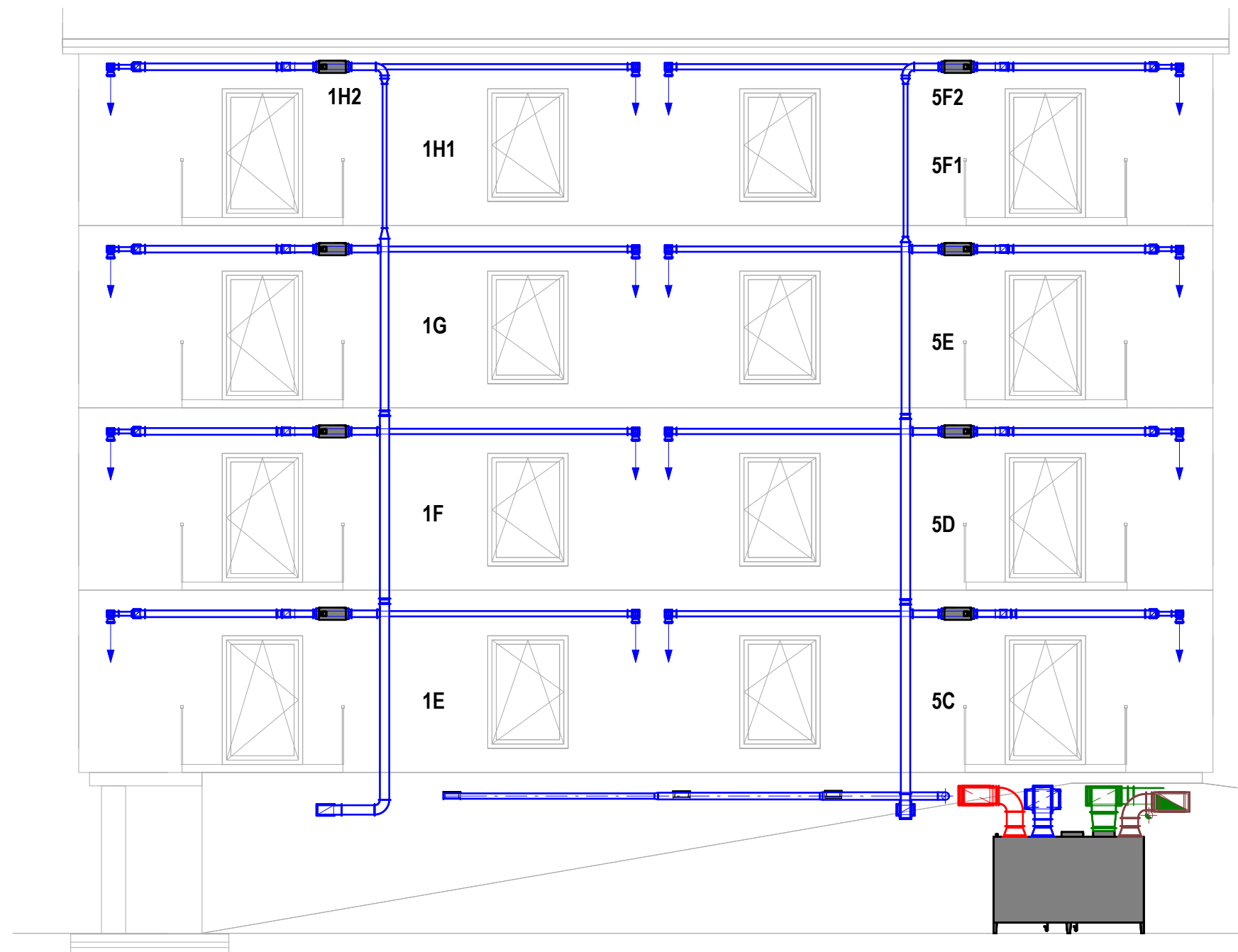


Potrubí- přívodní vzduch



Potrubí- odvodní vzduch

Autor Jan Malý		Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.		Fakulta stavební	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC		ČVUT v Praze 	
Název výkresu Půdorys 4.NP- tlak. ztráty		Datum 05/15/23		Měřítko 1:100	
		Č.v. 17			

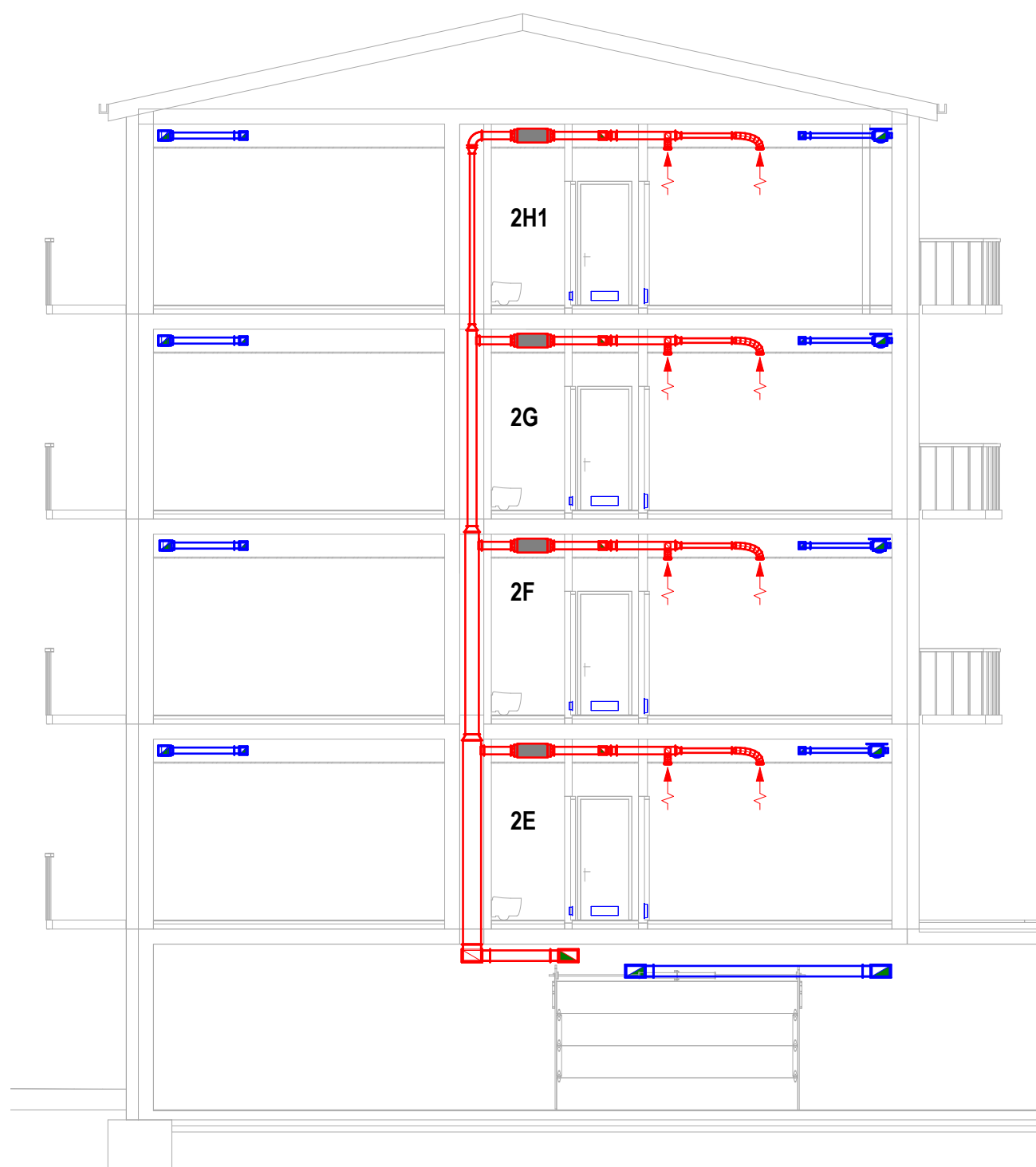


LEGENDA:

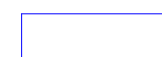
- Potrubí- přívodní vzduch
- Potrubí- odvodní vzduch
- Potrubí- výfukový vzduch
- Potrubí- čerstvý vzduch

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC	Datum 05/15/23
Název výkresu Rez A- tlak. ztráty		Měřítko 1:100	Č.V. 18






LEGENDA:

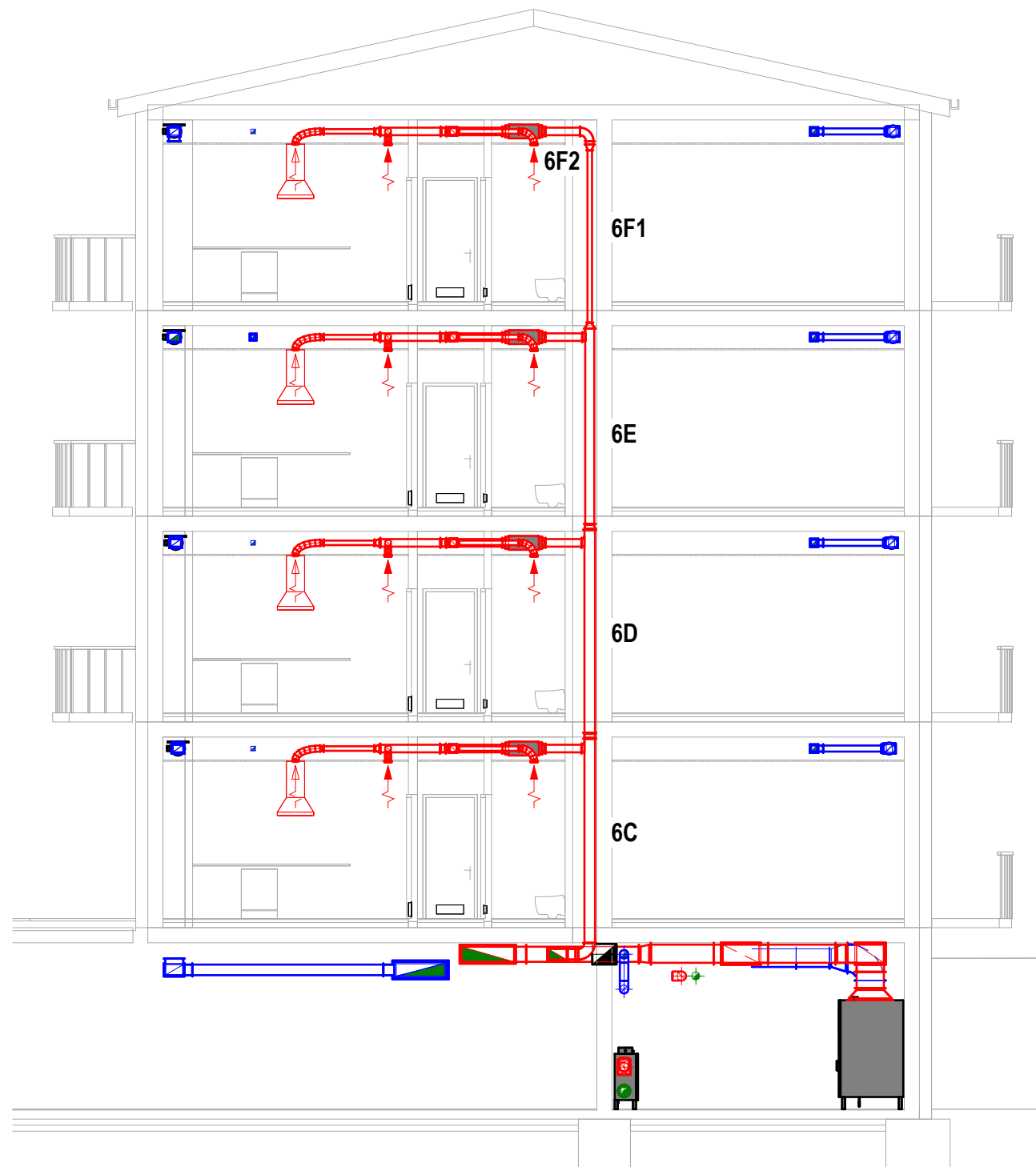


Potrubí- přívodní vzduch




Potrubí- odvodní vzduch

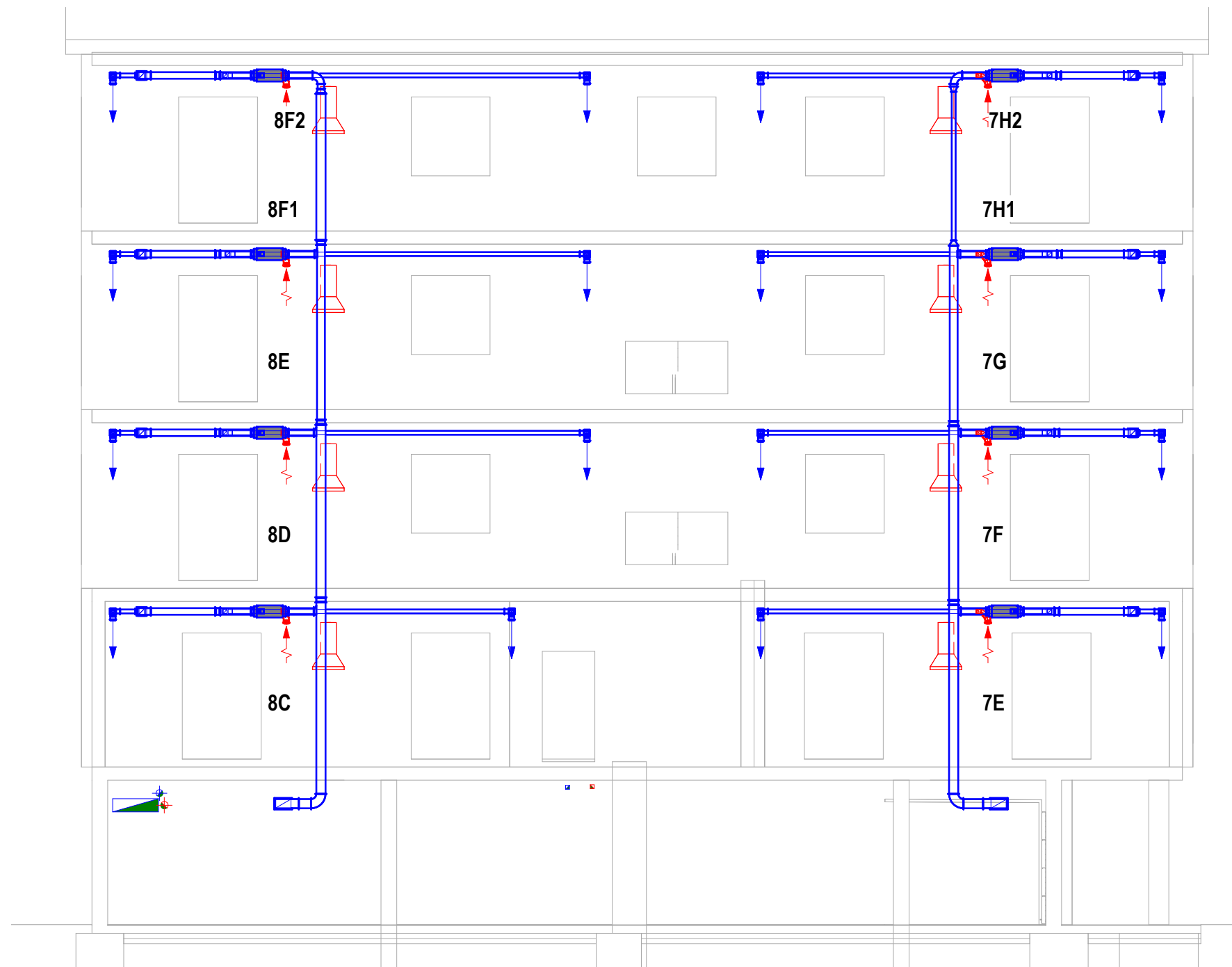
Autor Jan Malý		Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.		Fakulta stavební	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC		ČVUT v Praze 	
Název výkresu Rez B- tlak. ztráty		Datum 05/15/23		Měřítko 1:100	
		Č.V. 19			



LEGENDA:

- Potrubí- přívodní vzduch
- Potrubí- odvodní vzduch
- Potrubí- výfukový vzduch
- Potrubí- čerstvý vzduch

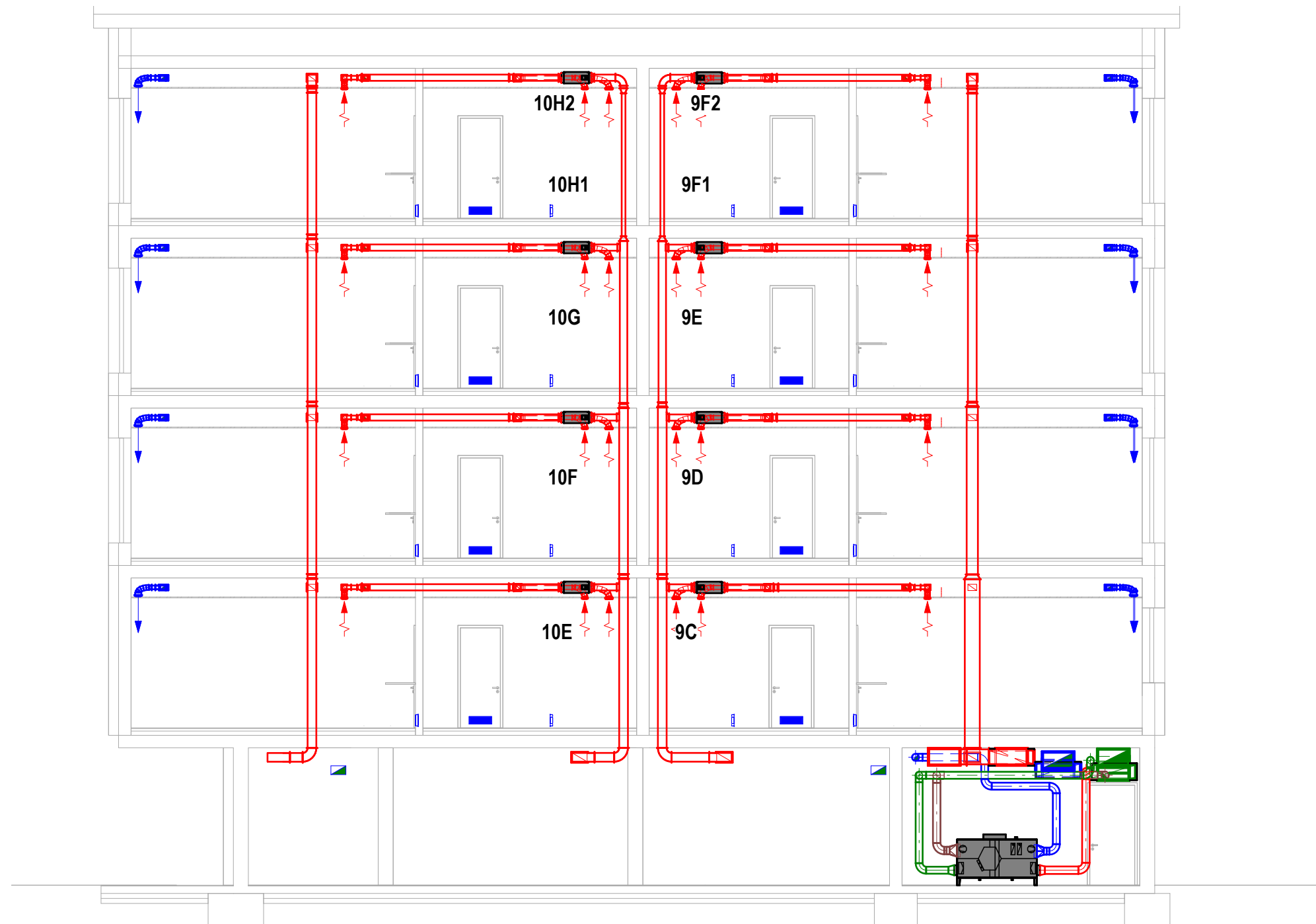
Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC	
Název výkresu Rez C- tlak. ztráty		Datum 05/15/23	Měřítko 1:100
		Č.V. 20	



LEGENDA:


- Potrubí- přívodní vzduch
- Potrubí- odvodní vzduch
- Potrubí- výfukový vzduch
- Potrubí- čerstvý vzduch

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC	Datum 05/15/23
Název výkresu Rez D- tlak. ztráty		Měřítko 1:100	Č.V. 21



LEGENDA:

- Potrubí- přívodní vzduch
- Potrubí- odvodní vzduch
- Potrubí- výfukový vzduch
- Potrubí- čerstvý vzduch

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC	
Název výkresu Rez D- tlak. ztráty		Datum 05/15/23	Měřítko 1:100
		Č.V. 22	

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PŘÍLOHA 2- TECHNICKÉ LISTY

**NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY APARTMÁNOVÉHO
DOMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Vypracoval: Jan Malý

Vedoucí práce: Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.

DUPLEX

1500 až 6500 MultiEco-V

univerzální větrací jednotky

s protiproudým rekuperačním

výměňníkem – stojaté

DUPLEX 1500 až 6500 MultiEco-V je nová generace univerzálních větracích jednotek s protiproudým rekuperačním výměňníkem ve stojatém provedení.

Kompaktní větrací jednotky řady DUPLEX 1500 až 6500 MultiEco-V ve vnitřním provedení se používají pro komfortní větrání, teplovzdušné vytápění a chlazení malých provozoven, dílen, prodejen, školských objektů, restaurací, obchodů, sportovních a průmyslových hal.

Agregáty jsou určeny pro provoz ve vnitřních krytých a suchých prostorách. Jednotky jsou vhodné všude tam, kde je nutno zajistit efektivní větrání, případně teplovzdušné cirkulační vytápění a chlazení s minimálními provozními náklady, tj. s nejvyšší účinností zpětného získávání tepla, nízkým instalovaným příkonem ventilátorů a minimální hlučností.

Jednotky řady DUPLEX MultiEco-V jsou řešeny jako kompaktní zařízení, obsahující ve společné skříni dva nezávisle řízené EC ventilátory s dozadu zahnutými lopatkami, rekuperační výměňník tepla s velkou teplosměnnou plochou a vysokou účinností, výsuvné filtry přiváděného i odváděného vzduchu třídy G4, M5 nebo F7, odvodňovací vany a případně i interní by-pass a cirkulační klapku se servopohonem.

Skříň jednotek je sendvičové konstrukce, složená z lakovaného plechu (barvy RAL 9006) a 30 mm PIR výplně s vynikajícím koeficientem tepelné vodivosti ($\lambda = 0,024 \text{ W/mK}$).

Větrací jednotky DUPLEX MultiEco-V splňují požadavky nej přísnějších Evropských norem:

- Charakteristiky pláště dle EN 1886
- EC motory vyhovují ErP 2015
- SFP < 0,45 W/(m³/h) dle PassivHaus *
- Hygienické požadavky dle VDI 6022
- Požadavky Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 (Ecodesign) *



Přednosti jednotek DUPLEX MultiEco-V:

- Nová konstrukce větracích jednotek s vynikajícími parametry
- Výborná tepelná izolace pláště (třída T2)
- Potlačení tepelných mostů (třída TB1)
- Kompaktní rozměry
- Jednoduchá instalace
- Standardizované rozměry hrdel
- Možnost provedení s bypassovou a cirkulační klapkou
- Vysoká účinnost ventilátorů – SFP < 0,45 W/(m³/h) *
- Vysoká účinnost rekuperace protiproudého výměňníku – až 93 %
- Integrovaný systém regulace včetně teplotních čidel
- Integrovaný Webserver (regulace aMotion)
- Komplexní návrhový program

*v definované pracovní oblasti

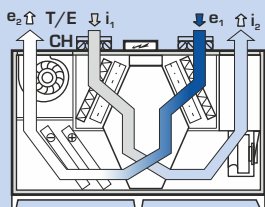


1500 až 6500 MultiEco-V

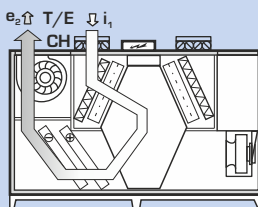
DODÁVANÉ MODIFIKACE (LZE VZÁJEMNĚ KOMBINOVAT)

- | | | | |
|-----|------------------------------------|-------|------------------------------------|
| - B | s vestavěnou by-passovou klapkou | - T | s vestavěným teplovodním ohřivačem |
| - C | s vestavěnou cirkulační klapkou | - CHF | s vestavěným přímým chladičem |
| - E | s vestavěným elektrickým ohřivačem | - CHW | s vestavěným vodním chladičem |

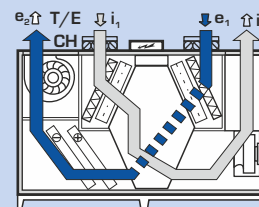
PROVOZNÍ REŽIMY JEDNOTEK DUPLEX MULTIECO-V



větrání s rekuperací s dohřevem (s chlazením)



cirkulační vytápění nebo chlazení



větrání bez rekuperace (přes by-pass)

- e₁ ... sání čerstvého venkovního vzduchu
↺ e₂ ... výstup čerstvého filtrovaného vzduchu

- ↪ i₁ ... sání odpadního vzduchu
↪ i₂ ... výstup odpadního vzduchu

- T/E... připojení ústředního vytápění/el. ohřivače
CH ... připojení chlazení

NÁVRHOVÝ SOFTWARE



Pro podrobný návrh jednotek řady DUPLEX, příslušenství a regulace doporučujeme využít specializovaný návrhový program.

Naleznete jej na našich internetových stránkách www.atrea.cz, nebo si jej vyžádejte na CD na naší adrese.

Atrea

VĚTRACÍ JEDNOTKY, REKUPERACE TEPLA

ATREA s.r.o., Čs. armády 32
466 05 Jablonec n. Nisou
Česká republika



www.atrea.cz

Tel.: (+420) 483 368 111
Fax: (+420) 483 368 112
E-mail: atrea@atrea.cz

VÝKONOVÉ GRAFY

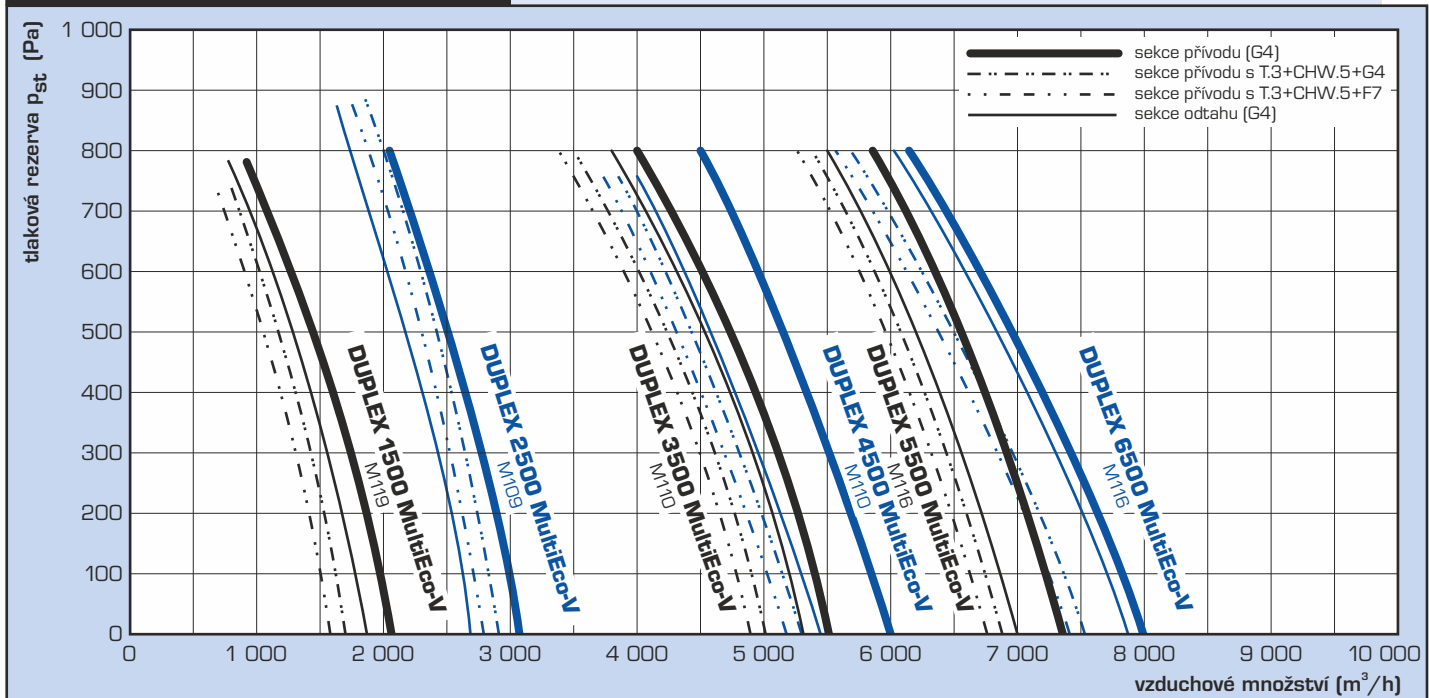
ZÁKLADNÍ PARAMETRY

DUPEX MultiEco-V		1500	2500	3500	4500	5500	6500
přiváděný vzduch – max. ¹⁾	m ³ h ⁻¹	2 050	3 050	5 400	5 900	7 400	7 800
odváděný vzduch – max. ¹⁾	m ³ h ⁻¹	1 800	2 700	5 300	5 400	7 000	7 700
max. nominální průtok vzduchu dle ErP 2018 ⁵⁾	m ³ h ⁻¹	1 600	2 350	3 300	3 900	4 750	5 750
účinnost rekuperace ²⁾	%	až 93 %					
počet provedení a poloh	–	2					
hmotnost ³⁾	kg	210–290	300–380	360–430	380–460	490–570	590–680
max. elektrický příkon	kW	1,2	2,3	5	5	6,6	6,6
napětí	V	230	400	400	400	400	400
frekvence	Hz	50					
počet otáček – max.	min ⁻¹	2 920	3 000	2 980	2 980	2 700	2 700
topný výkon E základní – max. ⁵⁾	kW	2,1	4,2	7,2	7,2	9,9	9,9
topný výkon E výkonný – max. ⁵⁾	kW	4,2	8,4	10,8	12,6	14,7	14,7
topný výkon T – max. ⁴⁾	kW	22	30	42	51	71	88
chladicí výkon CHW – max. ⁴⁾	kW	16	22	30	42	56	62
chladicí výkon CHF – max. ⁴⁾	kW	10	13	25	37	41	50

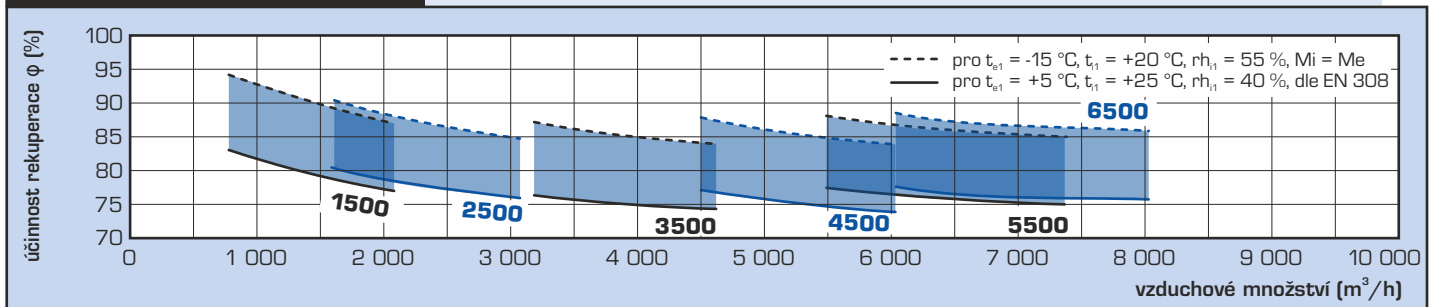
¹⁾ maximální průtok jednotkami při nulovém externím tlaku
²⁾ dle množství vzduchu

³⁾ v závislosti na výbavě
⁴⁾ dle typu registru, kapaliny a průtoků
⁵⁾ pro detailnější informace využijte návrhový software DUPLEX

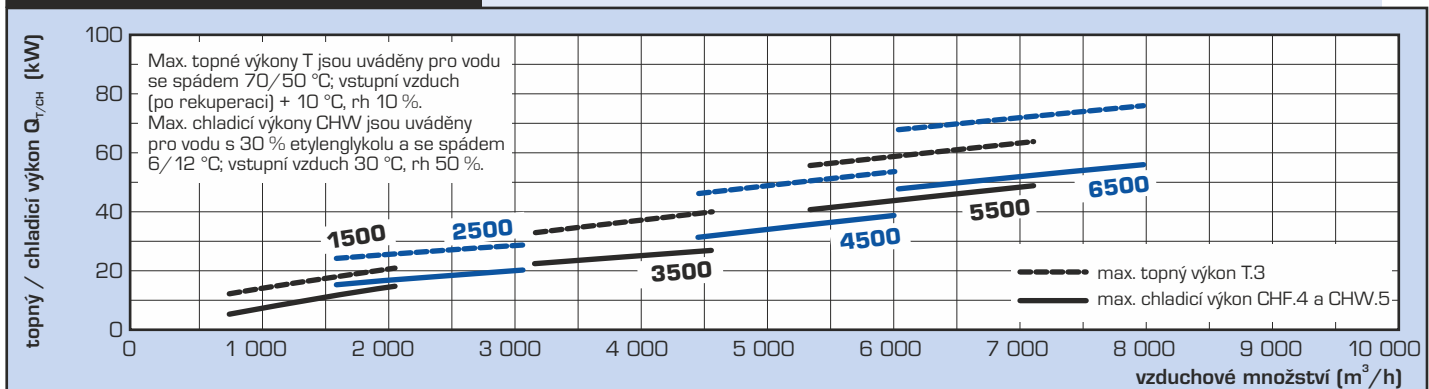
SOUHRNNÝ PŘEHLED VÝKONŮ



ÚČINNOST REKUPERACE

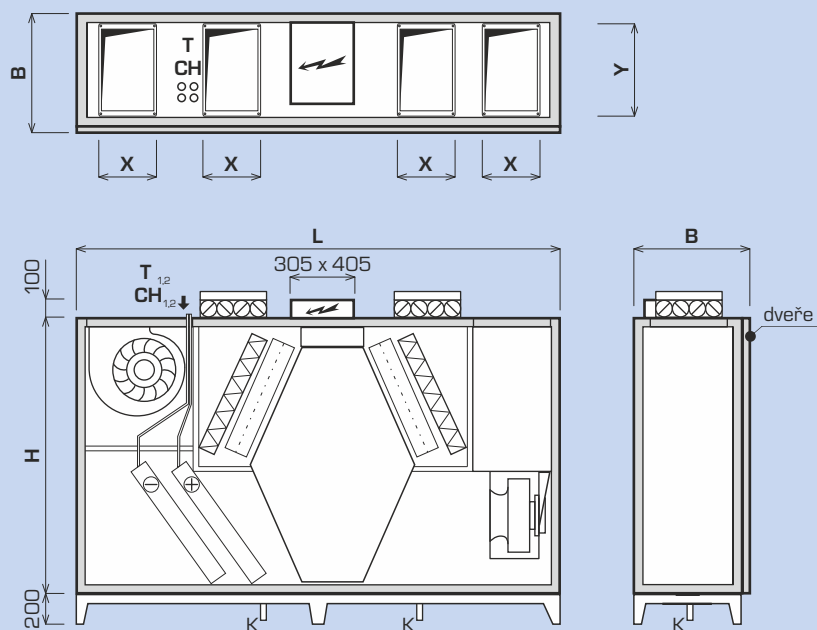


TOPNÉ A CHLADÍČÍ VÝKONY



ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

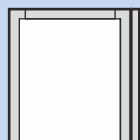
STOJATÉ PŘEVEDENÍ MultiEco-V 1500 až 6500



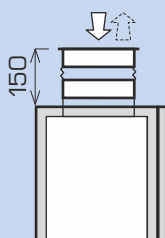
DUPLEX MultiEco-V		1500	2500	3500	4500	5500	6500
rozměr H	mm	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600
rozměr B	mm	455	580	775	885	1 065	1 290
délka L	mm	2 600	2 600	2 800	2 800	2 800	2 800
odvod kondenzátu	mm	ø 32					
Připojovací hrdla							
rozměr X x Y	mm	300 x 250	300 x 400	400 x 400	400 x 600	400 x 710	400 x 900

TYPY A ROZMĚRY PŘIPOJOVACÍCH HRDEL

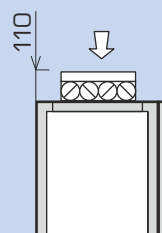
Základní hrdlo
(vstup, výstup)



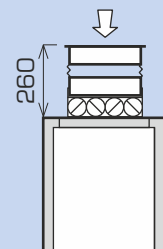
Hrdlo s pružnou manžetou
(vstup, výstup)



Hrdlo s klapkou
(pouze vstup)



Hrdlo s klapkou a pružnou manžetou
(pouze vstup)



Poznámka: pro detailní konstrukční a technické podklady doporučujeme použít specializovaný návrhový program.

INSTALACE A PROVEDENÍ

MONTÁŽNÍ PROVEDENÍ A PŘIPOJOVACÍ HRDLA

Jednotky DUPLEX 1500 až 6500 MultiEco-V jsou dodávány ve dvou zrcadlových provedeních, které usnadňují jejich osazení ve strojovně.

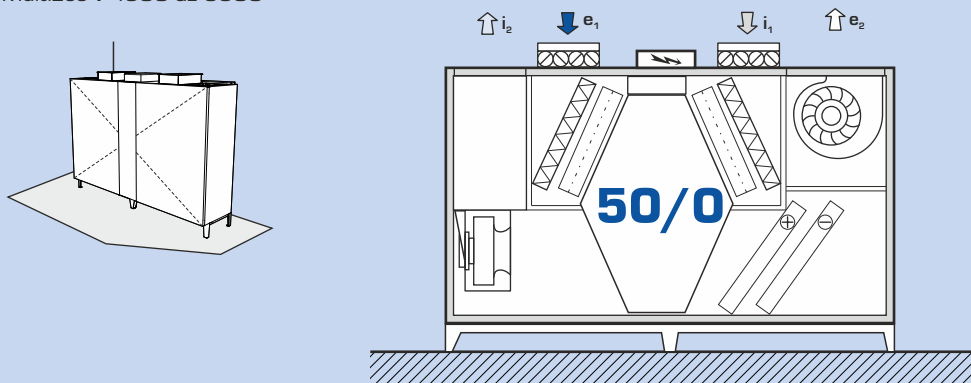
Jednotky DUPLEX MultiEco-V se vyznačují i širokou nabídkou příslušenství – hrdla mohou být volitelně osazena pružnými přírubami, vstupní hrdla mohou být dle požadavku vybavena uzavíracími klapkami.

MONTÁŽNÍ POLOHY

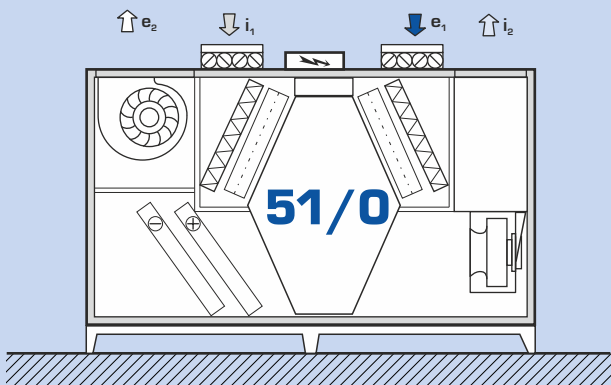
STOJATÉ PROVEDENÍ

MultiEco-V 1500 až 6500

provedení 50/0 – pohled ze strany dveří



provedení 51/0 – pohled ze strany dveří

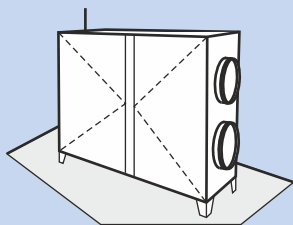


Poznámka: pro detailní konstrukční a technické podklady doporučujeme použít specializovaný návrhový program.

DALŠÍ VARIANTY DUPLEX MULTIECO

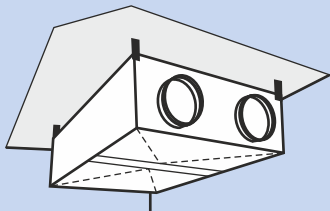
PARAPETNÍ PROVEDENÍ

DUPLEX MultiEco 500 až 9000



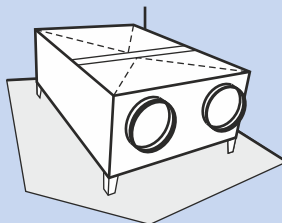
PODSTROPNÍ PROVEDENÍ

DUPLEX MultiEco 500 až 6500



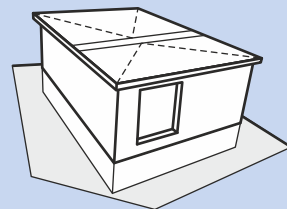
PODLAHOVÉ PROVEDENÍ

DUPLEX MultiEco 1500 až 5500



NÁSTŘEŠNÍ PROVEDENÍ

DUPLEX MultiEco-N 1500 až 9000



Pro detailní informace viz samostatné katalogové listy.

MANIPULAČNÍ PROSTOR

Při instalaci jednotek DUPLEX MultiEco-V je nutno dbát na zajištění předepsaného manipulačního prostoru v okolí jednotky.

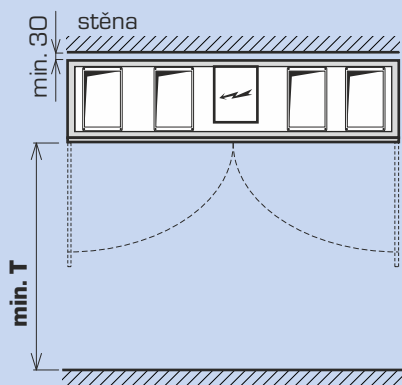
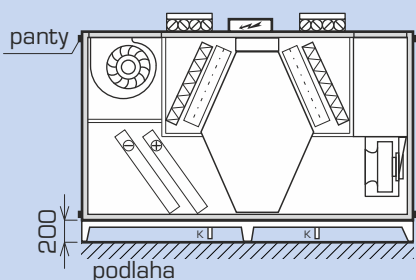
Vespod jednotky je nutno ponechat prostor min. 150 mm pro osazení potrubí pro odvod kondenzátu DN 32. Toto potrubí je nutno zaústit přes sifon výšky minimálně 150 mm do kanalizace. Tento prostor je bez problému zajištěn při použití standardně dodávaných podstavňových noh z ocelového plechu.

Z čela jednotky je nutno dodržet manipulační prostor pro otevření čelních dveří, výměnu filtrů a servisní a montážní přístup k jednotlivým prvkům jednotky.

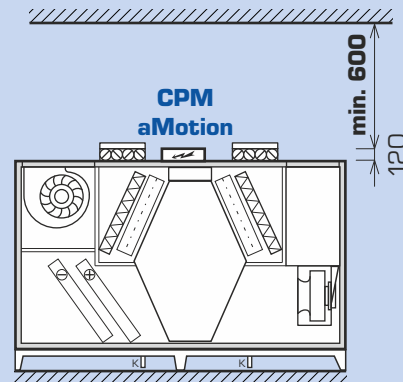
Na jednotlivých schématech je uveden minimální manipulační rozměr.

U všech jednotek je dále nutno zachovat minimální manipulační prostor ze strany umístění elektrického rozvaděče regulace dle ČSN min. 600 mm.

Manipulační prostor přede dveřmi



Manipulační prostor příslušenství regulační moduly



Typ	standardní dveře T (mm)	dveře bez pantů T (mm)
DUPLEX 1500 MultiEco-V	1 400	500
DUPLEX 2500 MultiEco-V	1 400	600
DUPLEX 3500 MultiEco-V	1 500	800
DUPLEX 4500 MultiEco-V	1 500	900
DUPLEX 5500 MultiEco-V	1 500	1 100
DUPLEX 6500 MultiEco-V	1 500	1 300

HLADINA AKUSTICKÉHO VÝKONU L_w A AKUSTICKÉHO TLAKU L_{D3}

Typ	Pracovní bod	Akustický výkon L_w [dB(A)]					Akustického tlaku L_{D3} [dB(A)] ve vzdálenosti 3 m
		sání e_1	sání i_1	výtlačk e_2	výtlačk i_2	jednotka	
DUPLEX 1500 MultiEco-V	1 500 m ³ /h (200 Pa)	54	59	81	81	66	45
DUPLEX 2500 MultiEco-V	2 500 m ³ /h (200 Pa)	66	70	82	91	76	55
DUPLEX 3500 MultiEco-V	3 500 m ³ /h (200 Pa)	64	63	91	91	74	53
DUPLEX 4500 MultiEco-V	4 500 m ³ /h (200 Pa)	67	67	92	88	66	46
DUPLEX 5500 MultiEco-V	5 000 m ³ /h (200 Pa)	69	70	95	93	68	47
DUPLEX 6500 MultiEco-V	6 000 m ³ /h (200 Pa)	72	75	96	88	78	59

DUPLEX MULTIECO-V - ZÁKLADNÍ SESTAVA



Základní sestava

Kompaktní jednotka v základní sestavě obsahuje přívodní a odtahový ventilátor s volným oběžným kolem, vyjímatelný protiproudý rekuperační výměník z tenkostěnných plastových desek, výsuvné filtry přiváděného a odsávaného vzduchu třídy G4 (alternativně M5 nebo F7) a odvodňovací vanu s hadicí pro odvod kondenzátu. Čelní dveře zajišťují snadný přístup ke všem vestavěným agregátům a filtrům. Jednotky splňují požadavky Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 (Ecodesign) v definované pracovní oblasti.

DUPLEX xxxx MultiEco-V



Ventilátory

Všechny jednotky DUPLEX MultiEco-V jsou vybaveny vysoce účinnými ventilátory (ebm-papst nebo Ziehl Abegg) s volnými oběžnými koly a dozadu zahnutými lopatkami. Ventilátory celé řady jednotek DUPLEX 1500 až 6500 MultiEco-V splňují požadavky evropské směrnice ErP 2015.

Me.xxx; Mi.xxx



Rekuperační výměník

Jediný typ rekuperačního výměníku z plastu v protiproudém provedení s vysokou účinností. Nová generace plastových rekuperátorů S7 dosahuje účinnosti až 93 %.

S7

DUPLEX MULTIECO-V - POPIS MODIFIKACÍ



By-passová klapka („B“)

Obtok deskového rekuperačního výměníku na straně přiváděného vzduchu. By-pass se skládá z protiběžné listové klapky a servopohonu. Osazuje se do prostoru vedle rekuperačního výměníku uvnitř skříně, nezávisle na velikosti jednotky. Standardně se osazuje servopohonem typu Belimo 24 V, na požadavek jiným dle výběru.

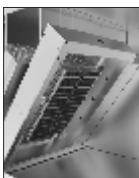
B.x



Cirkulační klapka („C“)

Směšovací klapka sloužící ke smíšení odvodního a přiváděného vzduchu. Cirkulační klapka se skládá z protiběžné listové klapky a servopohonu. Osazuje se do prostoru vedle rekuperačního výměníku uvnitř skříně, nezávisle na velikosti jednotky. Společně s cirkulační klapkou musí být osazena i uzavírací klapka e., Standardně se osazuje servopohonem typu Belimo 24 V, na požadavek jiným dle výběru.

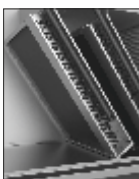
C.x



Elektrický ohřivač („E“)

Integrované elektrické ohřivače sestavené z PTC (Positive Temperature Coefficient) článků se univerzálně používají pro ohřev přivodního vzduchu. Standardní součástí elektrického ohřivače jsou vždy ochranné termostaty (provozní a havarijní s manuálním resetem) a regulační modul KM se silovými spínacími prvky se spínáním v tzv. nule (SSR). Vestavěné elektrické ohřivače jsou nabízeny v jednotkách DUPLEX 1500–6500 MultiEco-V, ve dvou výkonových variantách (základní a výkonné). Pro detailnější informace využijte návrhový software DUPLEX.

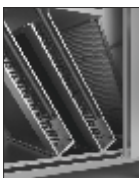
T.x



Teplotodní ohřivač („T“)

Vestavěný registr voda-vzduch třířadé (alter. víceřadé) konstrukce z měděných trubek a nalisovaných hliníkových lamel pro systémy do 110 °C a 1,0 MPa. Standardní součástí ohřivače je vždy protimrazový paroplynný kapilární termostat a pružné přípojovací potrubí. Jednotky v modifikaci T (s teplotodním ohřivačem) musí být vybaveny uzavírací klapkou přivodního vzduchu e., doporučujeme provedení se servopohonem s havarijní funkcí. K ohřivači lze alternativně dodat externí regulační uzel pro řízení topného výkonu typu RE-TPO4 nebo RE-TPO3.

E.x



Přímý výparník („CHF“)

Vestavěný registr z měděných trubek a nalisovaných hliníkových lamel, včetně vany kondenzátu a manostatu. Podle požadovaného výkonu, typu chladiva a vzduchových parametrů se navrhuje tří- nebo víceřadé registry s různou vypařovací teplotou. Volitelně lze dodat i dvouokruhový výparník v dělení 1:1 nebo 1:2; případně zcela atypický dle potřeby.

CHF.x



Vodní chladič („CHW“)

Vestavěný registr z měděných trubek a nalisovaných hliníkových lamel, včetně vany pro záchyt kondenzátu se samostatným odtokem kondenzátu. Podle požadovaného výkonu, teploty chladicí vody a vzduchových parametrů se dodávají tří- nebo víceřadé registry. Vodní chladič lze na zakázku vybavit externím regulačním uzlem R-CHW2 nebo R-CHW3.

CHW.x

DALŠÍ VOLITELNÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ (ZÁKLADNÍ PŘEHLED)

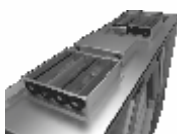
Ke.xxx; Ki.xxx

Uzavírací klapky e₁; i₁

Uzavírací klapky se standardně osazeným servopohonem Belimo jsou umístěny v hrdle sání (vstupu do jednotky).

Dodávají se následující typy klapek:

- klapka venkovního vzduchu e₁ – je povinná pro modifikaci C (s cirkulační klapkou) nebo pro modifikaci T (s teplovodním ohřívačem)
- klapka odpadního vzduchu i₁



Fe.xxx; Fi.xxx

Filtrace vzduchu

Jednotky řady DUPLEX jsou standardně vybaveny filtry s třídou filtrace G4.

Volitelně lze osadit filtry M5 nebo F7 na straně přívodního nebo odpadního vzduchu s poklesem externího statického tlaku jednotky o přibližně 50 až 100 Pa (čistý filtr) v závislosti na průtoku vzduchu, typu jednotky a znečištění vzduchu.



RE-TPO.x

Regulační uzle vodních ohřívačů

Jsou určeny pro regulaci topného výkonu vodních ohřívačů. Skládají se vždy z třírychlostního čerpadla, dvou uzavíracích kulových ventilů, přípojovacího potrubí.

Podle typu dále obsahují:

- RE-TPO4 – čtyřcestná směšovací armatura se servopohonem
- RE-TPO3 – třícestná směšovací armatura se servopohonem



R-CHW.x

Regulační uzle vodních chladiců

Jsou určeny pro regulaci chladicího výkonu vodních chladiců (CHW). Skládají se vždy ze dvou uzavíracích kulových ventilů, přípojovacího potrubí a podle typu dále obsahují:

- R-CHW3 – třícestná směšovací armatura se servopohonem
- R-CHW2 – škrtkový ventil se servopohonem



MFF

Sklonné manometry

Příslušenství filtrů pro jednoduchou vizualizaci aktuální tlakové ztráty filtrů. Pro hygienické provedení jednotek v souladu s VDI 6022 jsou sklonné manometry povinné.



FK.x

Náhradní filtrační kazety

Sady náhradních filtračních kazet v rozměrech dle typu jednotky. Dodávají se s třídou filtrace G4, M5 a F7.



H.P

Pružné manžety

Hrdla lze volitelně dodat včetně pružných manžet.



TPO

Teplovodní ohřívače TPO

Samostatně dodávané ohřívače do potrubí pro připojení k jednotkám DUPLEX. Ohřívače jsou standardně vybaveny paroplynným kapilárním termostatem. Výkony a průměry viz samostatné katalogové listy.



EPO-V

Elektrické ohřívače EPO-V

Samostatně dodávané ohřívače do kruhového nebo hranatého potrubí pro připojení k jednotkám DUPLEX. Výkony a průměry viz samostatné katalogové listy.



CF.XXX

Regulace na konstantní průtok a tlak

Manometry snímající tlak na ventilátorech ve spolupráci s regulací umožňují inteligentní řízení ventilátorů tak, aby dosahovaly předvoleného průtoku. Toto příslušenství předpokládá osazení jednotky digitální regulací typu aMotion. Po zapojení dalšího manometru (volitelné příslušenství) na potrubí přiváděného vzduchu lze regulovat na konstantní tlak v přiváděném potrubí.



EPO-V

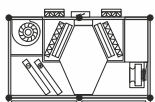
Elektrické předehřívače EPO-V

Elektrické ohřívače EPO-V pro zajištění protimrazové ochrany rekuperačního výměníku při trvalé potřebě rovnotlakého větrání. Umísťuje se do potrubí na straně vstupu venkovního vzduchu do jednotky (e₁). Ovládání jednotky DUPLEX zajišťuje regulace typu aMotion.



Dveře bez pantů

V odúvodněných případech lze dodat dveře bez standardně dodávaných pantů. Zmenší se tak nutný manipulační prostor před jednotkou.



Jednotky DUPLEX MultiEco-V se dodávají se základní výbavou prvků regulace nebo s ucelenými systémy regulace, které byly vyvinuty firmou ATREA.






Systémy obsahují i řadu čidel (teploty, vlhkosti, kvality vzduchu, CO₂) pro ekonomické řízení provozu.

V současné době je na území ČR a SR více než 150 proško-lených servisních techniků, kteří zajišťují šéfmontáž, uvádění do provozu, servis a opravy celého zařízení.

Výhody systémů regulace firmy ATREA:

- výběr vhodného a efektivního typu regulace podle skutečné funkce u konkrétní aplikace, s nejnižšími náklady
- systém regulace je integrován do zařízení, většina prvků je již zapojena a odzkoušena z výroby, odpadá tak většina rizik způsobených špatným zapojením
- u standardních řešení není nutný projekt systému regulace, lze využít typizovaných schémat sestav výrobce
- jednoduchost propojení, přehlednost, indikace poruch
- kvalifikovaná technická podpora a poradenství

PŘEHLED SYSTÉMŮ REGULACE DUPLEX

Typ	Použití	Ovládání
základní	<ul style="list-style-type: none"> - všechny elektrické komponenty jsou vyvedeny na připojovací rozvodnici umístěnou uvnitř nebo vně jednotky - standardní součástí dodávky jednotky jsou ventilátory, servopohony klapky a kapilární ochranný termostat teplovodního ohřivače - na základě konkrétního požadavku jsou jednotky vybaveny všemi dalšími prvky (konkrétní typy servopohonů, čidla, termostaty, manostaty, ...) - vhodné pro aplikace, kde je systém regulace dodáván samostatně – například velké budovy s centrálním (nadřazeným) systémem řízení a pod. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> základní provedení (ventilátory, servopohony, termostaty, manostaty a další dle volby) </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;"> ↑ ↓ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> nadřazený systém regulace </div>
regulace „CPM“	<p>Standardní funkce regulace CPM</p> <ul style="list-style-type: none"> - plynulé řízení ventilátorů - automatické ovládání klapky bypassu - protímrazová ochrana rekuperačního výměníku - spínání elektrického nebo teplovodního dohřivače - přepnutí na zvolený výkon podle externího signálu - ovládání uzavírací klapky na přívodu a odtahu - možnost přednastavení min. a max. dovolených otáček - možnost automatického provozu podle čidel (CO₂, RH) s výstupem 0–10 V - výstupy pro ovládání elektrického předehřivače a ohřivače (pulsně spínáno 10 V) nebo vodního ohřivače (řízení signálem 0–10 V) - výstupy pro ovládání chlazení (přímé i vodní), případně tepelného čerpadla <p>Ovladač CPM</p> <ul style="list-style-type: none"> - dotykový grafický displej - týdenní program - režim „party“ – požadavek na vyšší výkon větrání - režim „dovolená“ – podle nastaveného datumu - upozornění na nutnost výměny filtru - automatický provoz na konstantní vstupní signál – např. řízení na konstantní tlak <p>Ovladač CP 10 RA</p> <ul style="list-style-type: none"> - kruhový volič otáček s tlačítkem povolení dohřevu 	<div style="text-align: center;">  <p>Ovladač CPM s dotykovým displejem</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Ovladač CP 10 RA s otočným regulátorem</p> </div>
regulace „aMotion“	<p>Standardní funkce regulace aMotion</p> <p>Základní modul Elementary aM-CE</p> <ul style="list-style-type: none"> - ovládání otáček EC ventilátorů (dle nastaveného režimu) - automatické řízení rekuperace tepla i chladu (ovládání by-passu) - vyhodnocuje a zamezuje všem havarijním stavům dle měřených veličin - nastavení základních a uživatelských scén a týdenních kalendářů pro volbu režimů, výkonů, teplot a dalších funkcí - připojení přes rozhraní Ethernet pro komunikaci po internetu - vstupy pro externí signály – ovládání například z toalet, kuchyní apod. - možnost připojení čidel kvality vzduchu (např. koncentrace CO₂ nebo relativní vlhkosti) buď kontaktem, napětím 0–10V, nebo po sběrnici. - výstupy pro plynulé ovládání elektrického předehřivače a ohřivače (pulsně spínáno 10 V) - možnost připojení až dvou ovladačů různých typů - připojení na nadřazený systém protokolem Modbus TCP <p>Pokročilý modul Legendary aM-CL (modul nabízí funkce shodné s Elementary aM-CE a jako nadstavbu níže vyjmenované volby)</p> <ul style="list-style-type: none"> - řízení systémů s VAV boxy - řízení systémů se zdroji tepla (tepelná čerpadla, zásobníky tepla apod.) - komunikace po sběrnici protokolem BACnet - připojení více než dvou ovladačů - více než 4 externí sběrníkové prvky (ovladače, čidla CO₂, venkovní čidla teploty,....) - větší počet nastavitelných scén (více než 10) - více než 2 uživatelské kalendáře - více než 4 uživatelé (mimo servisní přístupy) <p>Doplňkový modul aM-IO18</p> <ul style="list-style-type: none"> - vstupy pro 4 externí signály – ovládání například z toalet, kuchyní apod. - řízení teplovodních ohřivačů (0–10 V) - ovládání cirkulačních režimů <p>Doplňkový modul aM-IO12</p> <ul style="list-style-type: none"> - řízení chlazení (přímé i vodní) a tepelných čerpadel - rotační regenerátor <p>Doplňkový modul aM-XCF</p> <ul style="list-style-type: none"> - řízení jednotky na základě měření průtoku <p>Doplňkový modul RD-K</p> <ul style="list-style-type: none"> - další vstupy a výstupy výrazně rozšiřující funkce regulace <p>Převodník BACnet / KNX</p> <ul style="list-style-type: none"> - připojení na nadřazený systém protokolem BACnet nebo KNX 	<p>aTouch (dotykový ovladač)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>aDot (dotykový ovladač)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>aSpace (internetové rozhraní)</p> <div style="text-align: center;">  </div>

DUPLEX

500 až 11000 Multi

univerzální větrací jednotky

s protiproudým rekuperačním

výměňníkem

DUPLEX 500 až 11000 Multi je nová generace univerzálních větracích jednotek s protiproudým rekuperačním výměňníkem.

Kompaktní větrací jednotky řady DUPLEX 500 až 11000 Multi ve vnitřním provedení se používají pro komfortní větrání, toplovzdušné vytápění a chlazení malých provozoven, dílen, prodejen, školských objektů, restaurací, obchodů a sportovních či průmyslových hal. Jednotky jsou vhodné všude tam, kde je nutno zajistit efektivní větrání, případně toplovzdušné cirkulační vytápění a chlazení s minimálními provozními náklady, tj. s nejvyšší účinností zpětného získávání tepla, nízkým instalovaným příkonem ventilátorů a minimální hlučností.

Jednotky řady DUPLEX Multi se vyrábí v kompaktním (500 až 8000 Multi) a semi-kompaktním (10000 až 11000 Multi) provedení a obsahují dva nezávislé řízené EC ventilátory s dozadu zahnutými lopatkami, rekuperační výměňník tepla s velkou teplosměnnou plochou a vysokou účinností, výsuvné filtry přiváděného i odváděného vzduchu třídy G4, M5 nebo F7, interní by-passovou a případně i cirkulační klapkou se servopohonem, nebo integrované ohřívače a chladiče vzduchu.

Skříň jednotek se dělí do dvou provedení:

DUPLEX 500–8000 Multi jsou bezrámové konstrukce, skříň je složená z lakovaného plechu (barva RAL 9006) a 30 mm PIR izolace s koeficientem tepelné vodivosti ($\lambda = 0,024 \text{ W/mK}$).

DUPLEX 10000–11000 Multi jsou rámové konstrukce, složené ze 3 samostatných sekcí, skříň je vyhotovena z lakovaného plechu (barva RAL 9006) a 45 mm minerální izolace s koeficientem tepelné vodivosti ($\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$).

Větrací jednotky DUPLEX Multi splňují požadavky nejpřísnějších Evropských norem:

- Charakteristiky pláště dle EN 1886
- EC motory vyhovují ErP 2015
- $\text{SFP} < 0,45 \text{ W}/[\text{m}^3/\text{h}]$ dle PassivHaus*
- Hygienické požadavky dle VDI6022
- Požadavky Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 (Ecodesign)*



Přednosti jednotek DUPLEX Multi:

- Nová konstrukce větracích jednotek s vynikajícími parametry
- Výborná tepelná izolace pláště (třída T2)
- Potlačení tepelných mostů (třída TB1 / TB2**)
- Kompaktní rozměry
- Velmi ploché provedení vhodné i pro podstropní montáž
- Jednoduchá instalace
- Variabilní konfigurace výfukových hrdel
- Standardizované rozměry hrdel
- Možnost provedení s by-passovou a cirkulační klapkou
- Parapetní provedení až do $11000 \text{ m}^3/\text{h}$, podstropní provedení až do $8000 \text{ m}^3/\text{h}$ a podlahové provedení až do $6500 \text{ m}^3/\text{h}$
- Vysoká účinnost ventilátorů – $\text{SFP} < 0,45 \text{ W}/[\text{m}^3/\text{h}]^*$
- Vysoká účinnost rekuperace protiproudého výměňníku – až 93 %
- Integrovaný systém regulace včetně teplotních čidel
- Integrovaný Webserver (regulace sMotion)
- Komplexní návrhový program

* v definované pracovní oblasti
** TB1 pro 500–8000 Multi
TB2 pro 10000–11000 Multi

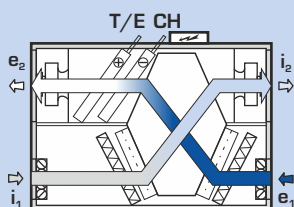


500 až 11000 Multi

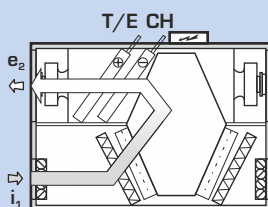
DODÁVANÉ MODIFIKACE (LZE VZÁJEMNĚ KOMBINOVAT)

- | | | | |
|-----|------------------------------------|-------|------------------------------------|
| – B | s vestavěnou by-passovou klapkou | – T | s vestavěným teplovodním ohřívačem |
| – C | s vestavěnou cirkulační klapkou | – CHF | s vestavěným přímým chladičem |
| – E | s vestavěným elektrickým ohřívačem | – CHW | s vestavěným vodním chladičem |

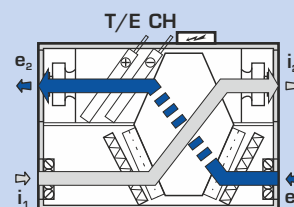
PROVOZNÍ REŽIMY JEDNOTEK DUPLEX MULTI



větrání s rekuperací
s dohřevem (s chlazením)



cirkulační vytápění
nebo chlazení



větrání bez rekuperace
(přes by-pass)

→ e₁ ... sání čerstvého venkovního vzduchu
⇨ e₂ ... výstup čerstvého filtrovaného vzduchu

⇨ i₁ ... sání odpadního vzduchu
⇨ i₂ ... výstup odpadního vzduchu

T/E... připojení ústředního vytápění/el. ohřívače
CH ... připojení chlazení

NÁVRHOVÝ SOFTWARE



Pro podrobný návrh jednotek řady DUPLEX, příslušenství a regulace doporučujeme využít specializovaný návrhový program. Naleznete jej na našich internetových stránkách www.atrea.cz, nebo si jej vyžádejte na CD na naší adrese.

Atrea

VĚTRACÍ JEDNOTKY, REKUPERACE TEPLA

ATREA s.r.o., Čs. armády 32
466 05 Jablonec n. Nisou
Česká republika



www.atrea.cz

Tel: +420 483 368 111
Fax: +420 483 368 112
E-mail: atrea@atrea.cz

VÝKONOVÉ GRAFY

ZÁKLADNÍ PARAMETRY

DUPLEX Multi		500	1000	1500	2500	3500	5000	6500	8000	10000	11000
přiváděný vzduch – max. ¹⁾	$m^3 \cdot h^{-1}$	660	1 200	2 200	3 400	4 600	6 400	7 600	9 600	11 100	13 050
odváděný vzduch – max. ¹⁾	$m^3 \cdot h^{-1}$	670	1 150	1 800	3 200	4 200	6 350	7 500	9 100	10 700	12 300
max. průtok vzduchu dle ErP 2018 ⁵⁾	$m^3 \cdot h^{-1}$	550	850	1 600	2 350	2 800	4 250	5 000	5 700	7 700	8 300
účinnost rekuperace ²⁾	%	až 93 %									
počet provedení a poloh	–	viz tabulka „Montážní polohy“, strana 4									
hmotnost ³⁾	kg	80–110	95–130	200–280	290–370	320–390	370–450	480–560	580–670	1170–1280	1230–1350
max. elektrický příkon	kW	0,3	0,7	1,2	2,6	4,5	6,7	7,3	9,3	10,7	10,8
napětí	V	230	230	230	400	400	400	400	400	400	400
frekvence	Hz	50									
počet otáček – max.	min^{-1}	4 300	3 350	2 920	3 000	2 980	2 700	2 820	2 570	2 570	2 130
topný výkon E základní – max. ⁵⁾	kW	1,8	1,8	2,1	4,2	7,2	7,2	9,9	9,9	–	–
topný výkon E výkonný – max. ⁵⁾	kW	–	–	4,2	8,4	10,8	12,6	14,7	14,7	–	–
topný výkon T – max. ⁴⁾	kW	5	14	22	30	42	51	71	88	95	100
chladicí výkon CHW – max. ⁴⁾	kW	4	8	16	22	30	42	56	62	65	70
chladicí výkon CHF – max. ⁴⁾	kW	3	6	10	13	25	37	41	50	60	65

¹⁾ maximální průtok jednotkami při nulovém externím tlaku

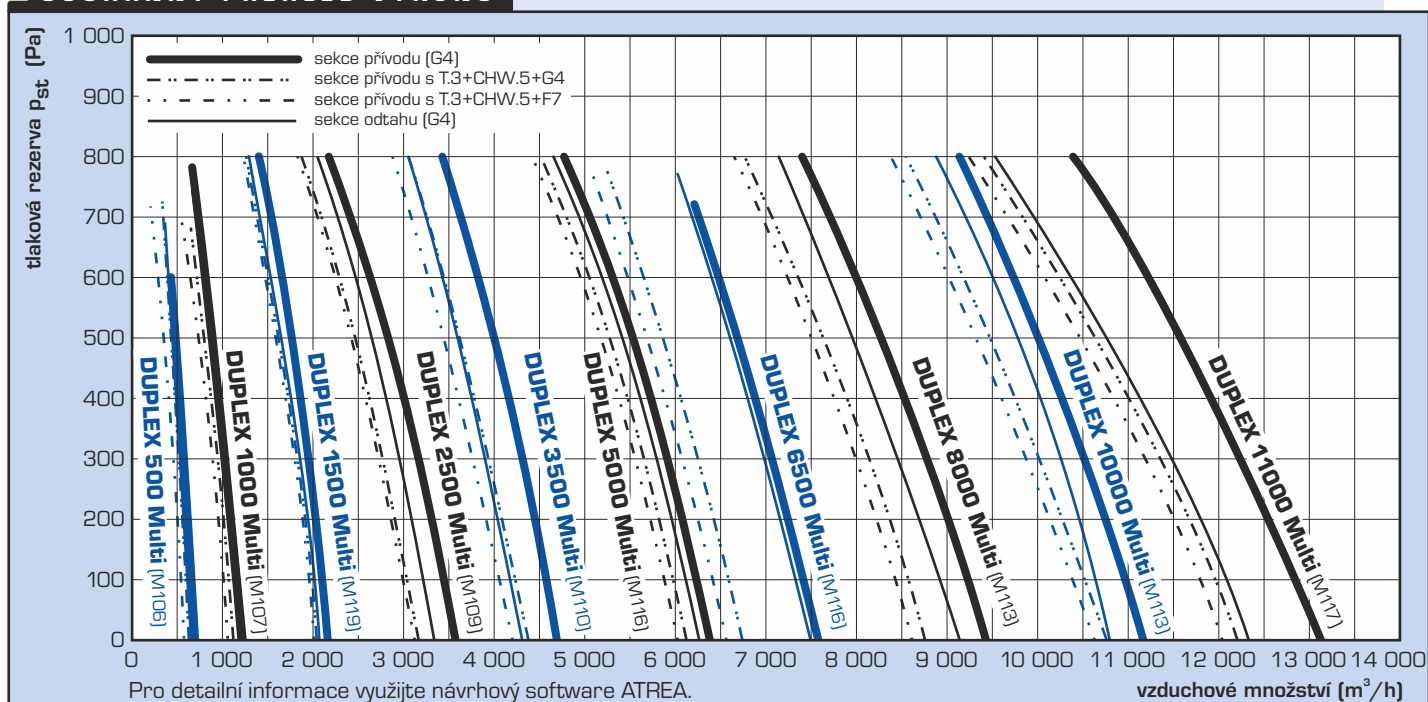
²⁾ dle množství vzduchu

³⁾ v závislosti na výbavě

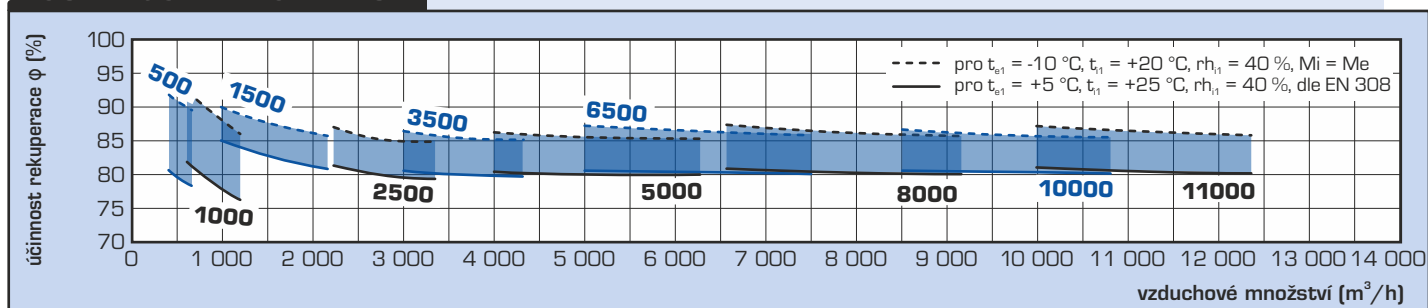
⁴⁾ dle typu registru, kapaliny a průtoků

⁵⁾ pro detailnější informace využijte návrhový software DUPLEX

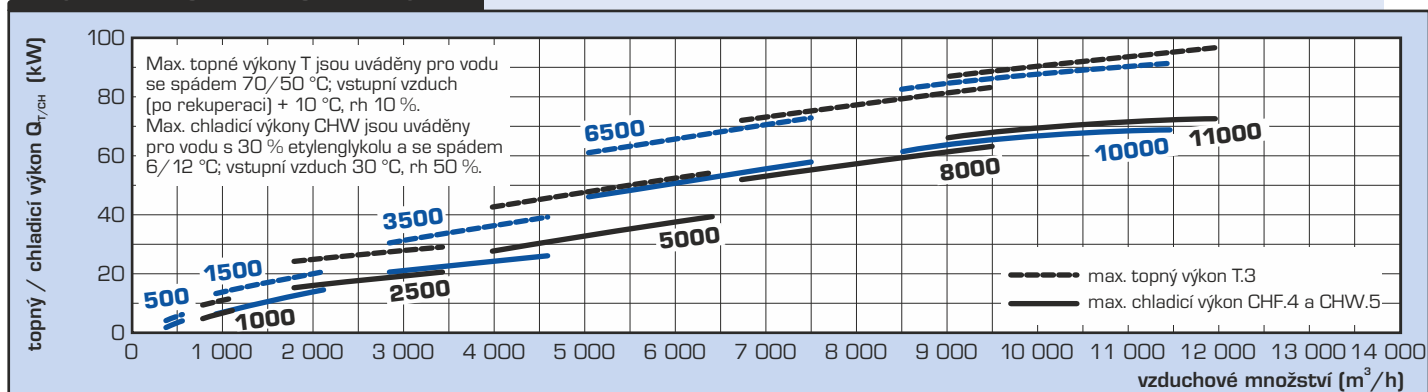
SOUHRNNÝ PŘEHLED VÝKONŮ



ÚČINNOST REKUPERACE

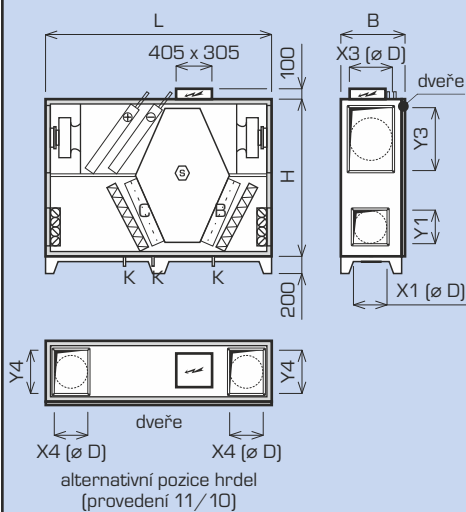


TOPNÉ A CHLADÍČÍ VÝKONY

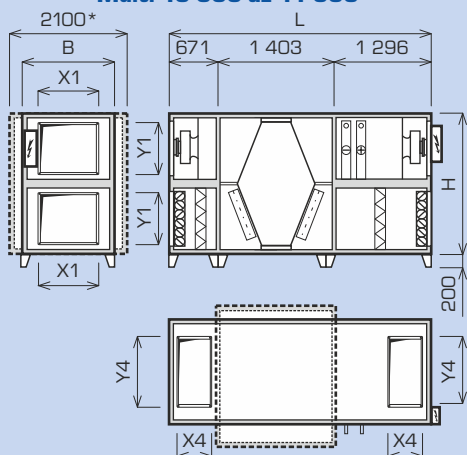


ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

PARAPETNÍ (pohled z čela) Multi 500 až 8 000



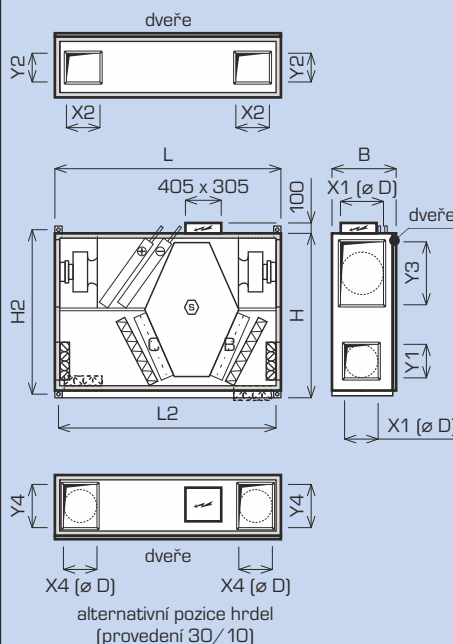
Multi 10 000 až 11 000



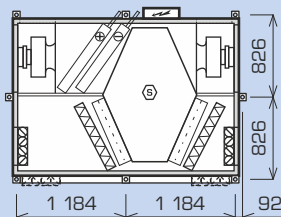
* rozměr pouze pro DUPLEX 11000 Multi

PODSTROPNÍ (pohled shora) Multi 500 až 8 000

alternativní pozice hrdel
(provedení 30/5)

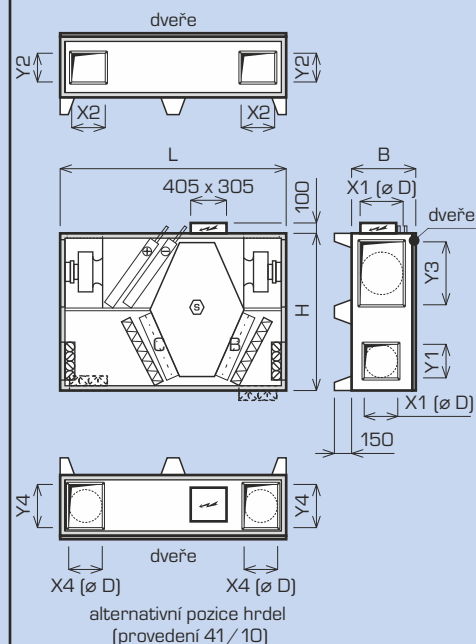


Multi 8000



PODLAHOVÁ (pohled shora) Multi 1 500 až 6 500

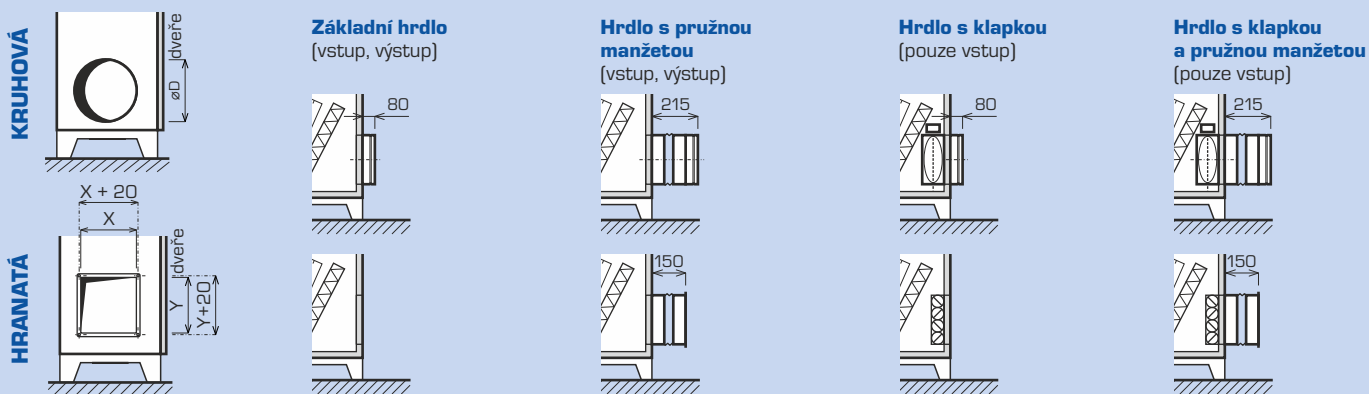
alternativní pozice hrdel
(provedení 41/5)



DUPLEX Multi		500	1000	1500	2500	3500	5000	6500	8000	10000	11000
rozměr H	mm	765	970	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 795	1 795
rozměr H2	mm	715	920	1 650	1 650	1 650	1 650	1 650	1 650	-	-
rozměr B	mm	384	384	455	580	665	885	1 065	1 295/1 390*	1 620	1 620
délka L	mm	1 600	1 800	2 300	2 300	2 300	2 500	2 500	2 500	3 370	3 370
délka L2	mm	1 652	1 852	2 270	2 270	2 270	2 470	2 470	viz schéma	-	-
odvod kondenzátu	mm	ø 22			ø 32						
Připojovací hrdla											
rozměr X1 × Y1 (standard e ₁ , i ₁), D	mm	ø 200	ø 250	ø 315	300 × 400	400 × 400	500 × 500	500 × 500	700 × 500	900 × 710	900 × 710
rozměr X2 × Y2 (atyp e ₁ , i ₁), D	mm	ø 200	ø 250	400 × 200	300 × 400	400 × 400	500 × 500	500 × 500	500 × 700	-	-
rozměr X3 × Y3 (standard e ₂ , i ₂)	mm	200 × 250	200 × 350	ø 315	450 × 710	500 × 710	710 × 710	900 × 710	900 × 710	-	-
rozměr X4 × Y4 (atyp e ₂ , i ₂)	mm	-	-	-	250 × 355	250 × 400	355 × 630	355 × 800	355 × 900	400 × 1200	400 × 1200

* Pro DUPLEX 8000 Multi v provedení 30/x. Pro detailnější informace využijte návrhový software ATREA.

TYPY A ROZMĚRY PŘIPOJOVACÍCH HRDEL



INSTALACE A PROVEDENÍ

MONTÁŽNÍ PROVEDENÍ A PŘIPOJOVACÍ HRDLA

Jednotky DUPLEX 500 až 11000 Multi jsou dodávány v celé řadě provedení, které usnadňují jejich osazení ve strojovně. Výrazně se tak zvyšuje možnost instalace jednotky DUPLEX Multi i v jinak stísněných podmínkách.

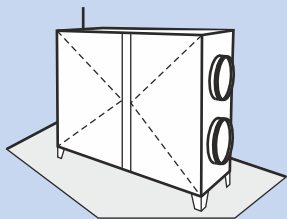
Z konstrukčních důvodů a pro zajištění odtoku kondenzátu nelze dodat všechny jednotky ve všech montážních polohách. Podrobná schémata jsou uvedena v souhrnné tabulce „Montážní polohy“.

Jednotky DUPLEX Multi se vyznačují i širokou nabídkou příslušenství – hrdla mohou být volitelně osazena pružnými přírubami, vstupní hrdla mohou být dle požadavku vybavena uzavíracími klapkami.

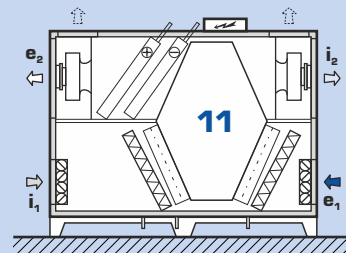
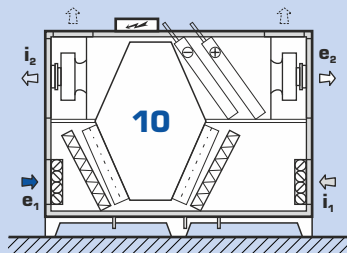
MONTÁŽNÍ POLOHY

PARAPETNÍ PROVEDENÍ

Multi 500 až 11000

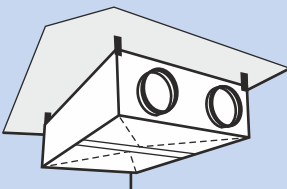


provedení 10/0 až 11/10 – pohled ze strany dveří (celkem až 8 provedení)

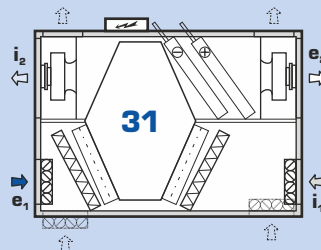
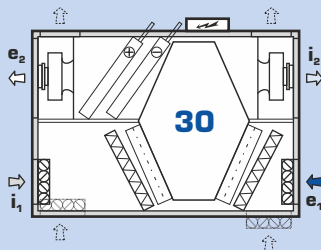


PODSTROPNÍ PROVEDENÍ

Multi 500 až 8000

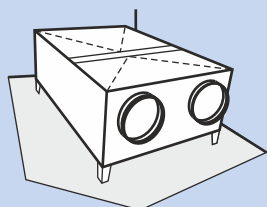


provedení 30/0 až 31/15 – pohled shora (celkem až 32 provedení)

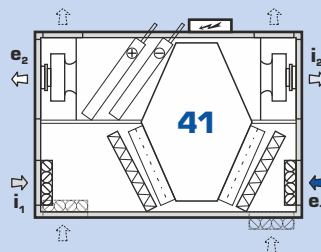
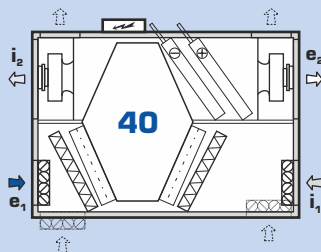


PODLAHOVÉ PROVEDENÍ

Multi 1500 až 6500



provedení 40/0 až 41/15 – pohled shora (celkem až 32 provedení)



Jednotky DUPLEX 500 Multi a DUPLEX 1000 Multi se dodávají pouze v provedení:

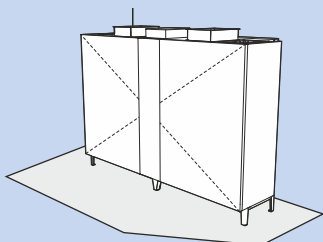
- parapetní: 10/0, 11/0
- podstropní: 30/0, 30/1, 30/4, 30/5, 31/0, 31/1, 31/4, 31/5

Pro detailní informace využijte návrhový software ATREA.

DALŠÍ VARIANTY DUPLEX MULTI

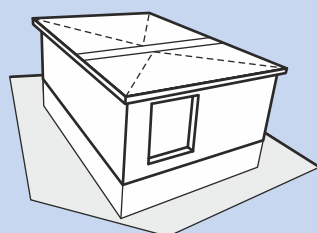
STOJATÉ PROVEDENÍ

DUPLEX Multi-V 1500 až 8000



NÁSTŘEŠNÍ PROVEDENÍ

DUPLEX Multi-N 1500 až 11000



Pro detailní informace viz samostatné katalogové listy.

MANIPULAČNÍ PROSTOR

Při instalaci jednotek DUPLEX Multi je nutno dbát na zajištění předepsaného manipulačního prostoru v okolí jednotky.

Vespod jednotky je nutno ponechat prostor min. 150 mm pro osazení potrubí pro odvod kondenzátu DN 32. Toto potrubí je nutno zaústit přes sifon výšky minimálně 150 mm do kanalizace. Tento prostor je bez problému zajištěn při použití standardně dodávaných podstavkových noh z ocelového plechu.

Z čela jednotky je nutno dodržet manipulační prostor pro otevírání čelních dveří, výměnu filtrů a servisní a montážní přístup k jednotlivým prvkům jednotky.

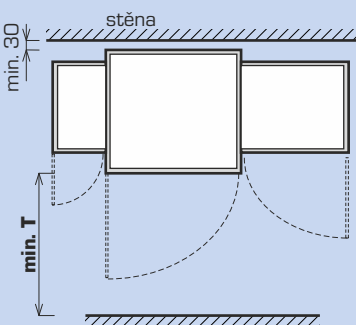
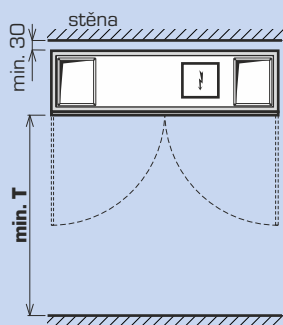
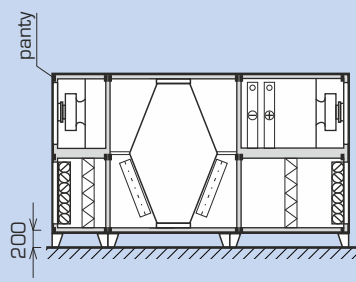
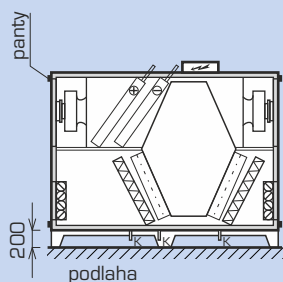
Na jednotlivých schématech je uveden minimální manipulační rozměr.

U všech jednotek je dále nutno zachovat minimální manipulační prostor ze strany umístění elektrického rozvaděče regulace dle ČSN min. 600 mm. Jednotky s osazeným regulačním uzlem topení nebo chlazení musí mít volný prostor i ze strany tohoto uzlu.

Manipulační prostor přede dveřmi

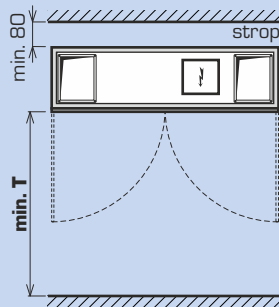
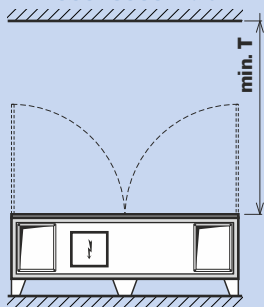
parapetní provedení
500–8000 Multi

parapetní provedení
10000 – 11000 Multi

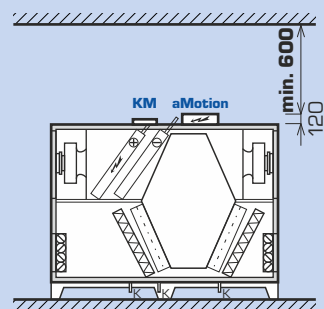


podlahové provedení
1500–6500 Multi

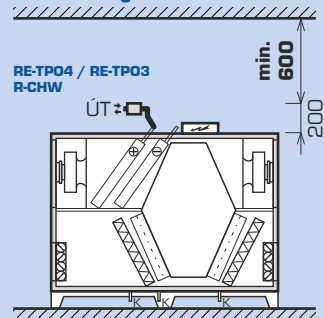
podstropní provedení
500–8000 Multi



Manipulační prostor příslušenství regulační moduly



regulační uzle



Typ	standardní dveře T (mm)	dveře bez pantů T (mm)
DUPLEX 500 Multi	800	500
DUPLEX 1000 Multi	900	500
DUPLEX 1500 Multi	1 200	500
DUPLEX 2500 Multi	1 200	600
DUPLEX 3500 Multi	1 200	680
DUPLEX 5000 Multi	1 150	900
DUPLEX 6500 Multi	1 150	1 100
DUPLEX 8000 Multi	1 320	1 300
DUPLEX 10000 Multi	-	1 600
DUPLEX 11000 Multi	-	1 600

HLADINA AKUSTICKÉHO VÝKONU L_w A AKUSTICKÉHO TLAKU L_{D3}

Typ	Pracovní bod	Akustický výkon L_w [dB(A)]					Akustického tlaku L_{D3} [dB(A)] ve vzdálenosti 3 m
		sání e_1	sání i_1	výtlačk e_2	výtlačk i_2	jednotka	
DUPLEX 500 Multi	500 m ³ /h (200 Pa)	53	66	80	82	59	38
DUPLEX 1000 Multi	1 000 m ³ /h (200 Pa)	66	65	85	86	62	42
DUPLEX 1500 Multi	1 500 m ³ /h (200 Pa)	61	61	86	86	64	43
DUPLEX 2500 Multi	2 500 m ³ /h (200 Pa)	59	55	79	79	70	49
DUPLEX 3500 Multi	3 500 m ³ /h (200 Pa)	60	59	91	88	70	49
DUPLEX 5000 Multi	5 000 m ³ /h (200 Pa)	68	67	91	93	78	58
DUPLEX 6500 Multi	6 500 m ³ /h (200 Pa)	70	71	95	95	76	55
DUPLEX 8000 Multi	8 000 m ³ /h (200 Pa)	75	74	99	96	69	49
DUPLEX 10000 Multi	9 000 m ³ /h (200 Pa)	66	67	98	97	74	53
DUPLEX 11000 Multi	10 000 m ³ /h (200 Pa)	63	64	88	88	73	52

DUPLEX MULTI - ZÁKLADNÍ SESTAVA



Základní sestava

DUPLEX 500-8000 Multi

Kompaktní jednotka v základní sestavě obsahuje přívodní a odtahový ventilátor s volným oběžným kolem, vyjímatelný protiproudý rekuperační výměník, výsuvné filtry přiváděného a odsávaného vzduchu třídy G4 (alternativně M5 nebo F7). Čelní dveře zajišťují snadný přístup ke všem vestavěným agregátům a filtrům.

DUPLEX 10000-11000 Multi

Jednotka se skládá ze 3 základních částí:

- 1 - přívodní ventilátor s volným oběžným kolem a anti-vibračním uchycením, vyjímatelný přívodní filtr G4, M5 nebo F7
- 2 - výměník tepla s by-passovou klapkou a případně i s klapkou cirkulační
- 3 - výfukový ventilátor s volným oběžným kolem a anti-vibračním uchycením, vyjímatelný výfukový filtr G4, M5 nebo F7

Čelní dveře umožňují snadný přístup ke všem vestavěným komponentám jednotky a filtrům.

Všechny jednotky řady Multi splňují požadavky Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 (Ecodesign) v definované pracovní oblasti.

DUPLEX xxxx Multi



Ventilátory

Všechny jednotky DUPLEX Multi jsou vybaveny vysoce účinnými ventilátory (ebm-papst nebo Ziehl Abegg) s volnými oběžnými koly a dozadu zahnutými lopatkami. Ventilátory celé řady jednotek DUPLEX 500-11000 Multi splňují požadavky evropské směrnice ErP 2015.

Me.xxx; Mi.xxx



Rekuperační výměník

Dva typy rekuperačních výměníků z plastu v protiproudém provedení s vysokou účinností. Nová generace plastových rekuperátorů S7 a S3 dosahuje účinnosti až 93 %.

Sx

DUPLEX MULTI - POPIS MODIFIKACÍ



By-passová klapka („B“)

Obtok deskového rekuperačního výměníku na straně přiváděného vzduchu. By-pass se skládá z protiběžné listové klapky a servopohonu. Osazuje se do prostoru vedle rekuperačního výměníku uvnitř skříně, nezávisle na velikosti jednotky. Standardně se osazuje servopohonem typu Belimo 24 V, na požadavek jiným dle výběru.

B.x



Cirkulační klapka („C“)

Směšovací klapka sloužící ke smíšení odvodního a přiváděného vzduchu. Cirkulační klapka se skládá z protiběžné listové klapky a servopohonu. Osazuje se do prostoru vedle rekuperačního výměníku uvnitř skříně, nezávisle na velikosti jednotky. Společně s cirkulační klapkou musí být osazena i uzavírací klapka e., Standardně se osazuje servopohonem typu Belimo 24 V, na požadavek jiným dle výběru.

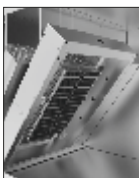
C.x



Tepl vodní ohříváč („T“)

Vestavěný registr voda-vzduch třířadé (alter. víceřadé) konstrukce z měděných trubek a nalisovaných hliníkových lamel pro systémy do 110 °C a 1,0 MPa. Standardní součástí ohříváče je vždy protimrazový paroplynný kapilární termostat a pružné přípojovací potrubí. Jednotky v modifikaci T (s tepl vodním ohříváčem) musí být vybaveny uzavírací klapkou přívodního vzduchu e., doporučujeme provedení se servopohonem s havarijní funkcí. K ohříváči lze alternativně dodat regulační uzel pro řízení topného výkonu typu RE-TPO4 nebo RE-TPO3.

T.x



Elektrický ohříváč („E“)

Integrované elektrické ohříváče sestavené z PTC (Positive Temperature Coefficient) článků se univerzálně používají pro ohřev přívodního vzduchu. Standardní součástí elektrického ohříváče jsou vždy ochranné termostaty (provozní a havarijní s manuálním resetem) a regulační modul KM se silovými spínacími prvky se spínáním v tzv. nule (SSR). Vestavěné elektrické ohříváče jsou nabízeny v jednotkách DUPLEX 500-8000 Multi, ve dvou výkonových variantách (základní a výkonné). Pro detailnější informace využijte návrhový software DUPLEX.

E.x



Přímý výparník („CHF“)

Vestavěný registr z měděných trubek a nalisovaných hliníkových lamel, včetně vany kondenzátu a manostatu. Podle požadovaného výkonu, typu chladiva a vzduchových parametrů se navrhuje tří nebo víceřadé registry s různou vypařovací teplotou. Volitelně lze dodat i dvouokruhový výparník v dělení 1:1 nebo 1:2; případně zcela atypický dle potřeby.

CHF.x



Vodní chladič („CHW“)

Vestavěný registr z měděných trubek a nalisovaných hliníkových lamel, včetně vany pro záchyt kondenzátu se samostatným odtokem kondenzátu. Podle požadovaného výkonu, teploty chladičí vody a vzduchových parametrů se dodávají tří nebo víceřadé registry. Vodní chladič lze na zakázku vybavit regulačním uzlem R-CHW2 nebo R-CHW3.

CHW.x

DALŠÍ VOLITELNÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ (ZÁKLADNÍ PŘEHLED)

Ke.xxx; Ki.xxx

Uzavírací klapky e₁; i₁

Uzavírací klapky se standardně osazeným servopohonem Belimo jsou umístěny v hrdle sání (vstupu do jednotky).

Dodávají se následující typy klapek:

- klapka venkovního vzduchu e₁ – je povinná pro modifikaci C (s cirkulační klapkou) nebo pro modifikaci T (s teplovodním ohřevačem)
- klapka odpadního vzduchu i₁



Fe.xxx; Fi.xxx

Filtrace vzduchu

Jednotky řady DUPLEX jsou standardně vybaveny filtry s třídou filtrace G4. Volitelně lze osadit filtry M5 nebo F7 na straně přívodního nebo odpadního vzduchu s poklesem externího statického tlaku jednotky o přibližně 50 až 100 Pa (čistý filtr) v závislosti na průtoku vzduchu, typu jednotky a znečištění vzduchu.



RE-TPO.x

Regulační uzle vodních ohřevačů

Jsou určeny pro regulaci topného výkonu vodních ohřevačů. Skládají se vždy z třírychlostního čerpadla, dvou uzavíracích kulových ventilů, přípojovacího potrubí.

Podle typu dále obsahují:

- RE-TPO4 – čtyřcestná směšovací armatura se servopohonem
- RE-TPO3 – třícestná směšovací armatura se servopohonem



R-CHW.x

Regulační uzle vodních chladiců

Jsou určeny pro regulaci chladicího výkonu vodních chladiců (CHW). Skládají se vždy ze dvou uzavíracích kulových ventilů, přípojovacího potrubí a podle typu dále obsahují:

- R-CHW3 – třícestná směšovací armatura se servopohonem
- R-CHW2 – škrtkový ventil se servopohonem



MFF

Sklopné manometry

Příslušenství filtrů pro jednoduchou vizualizaci aktuální tlakové ztráty filtrů. Pro hygienické provedení jednotek v souladu s VDI 6022 jsou sklopné manometry povinné.



FK.x

Náhradní filtrační kazety

Sady náhradních filtračních kazet v rozměrech dle typu jednotky. Dodávají se s třídou filtrace G4, M5 a F7.



H.P

Pružné manžety

Hrdla lze volitelně dodat včetně pružných manžet.



TPO

Teplovodní ohřivače TPO

Samostatně dodávané ohřivače do potrubí pro připojení k jednotkám DUPLEX. Ohřivače jsou standardně vybaveny paroplynným kapilárním termostatem. Výkony a průměry viz samostatné katalogové listy.



EPO-V

Elektrické ohřivače EPO-V

Samostatně dodávané ohřivače do kruhového nebo hranatého potrubí pro připojení k jednotkám DUPLEX. Výkony a průměry viz samostatné katalogové listy.



CF.XXX

Regulace na konstantní průtok a tlak

Manometry snímající tlak na ventilátorech ve spolupráci s regulací umožňují inteligentní řízení ventilátorů tak, aby dosahovaly předvoleného průtoku. Toto příslušenství předpokládá osazení jednotky digitální regulací typu aMotion. Po zapojení dalšího manometru (volitelné příslušenství) na potrubí přiváděného vzduchu lze regulovat na konstantní tlak v přiváděném potrubí.



EPO-V

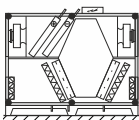
Elektrické předehřivače EPO-V

Elektrické ohřivače EPO-V pro zajištění protimrazové ochrany rekuperačního výměníku při trvalé potřebě rovnotlakého větrání. Umísťuje se do potrubí na straně vstupu venkovního vzduchu do jednotky (e₁). Ovládání zajišťuje regulace jednotky DUPLEX typu aMotion.



Dveře bez pantů

V odvodněných případech lze dodat dveře bez standardně dodávaných pantů. Zmenší se tak nutný manipulační prostor před jednotkou. Jednotky DUPLEX 10000 a 11000 Multi se standardně dodávají v provedení bez pantů.



Externí rozvodnice

Regulační modul je možné dodat v podobě externí rozvodnice na kabelech různé délky.

REGULACE

Jednotky DUPLEX Multi se dodávají se základní výbavou prvků regulace nebo s ucelenými systémy regulace, které byly vyvinuty firmou ATREA.






Systémy obsahují i řadu čidel (teploty, vlhkosti, kvality vzduchu, CO₂) pro ekonomické řízení provozu.

V současné době je na území ČR a SR více než 150 proškolených servisních techniků, kteří zajišťují šéfmontáž, uvádění do provozu, servis a opravy celého zařízení.

Výhody systémů regulace firmy ATREA:

- výběr vhodného a efektivního typu regulace podle skutečné funkce u konkrétní aplikace, s nejnižšími náklady
- systém regulace je integrován do zařízení, většina prvků je již zapojena a odzkoušena z výroby, odpadá tak většina rizik způsobených špatným zapojením
- u standardních řešení není nutný projekt systému regulace, lze využít typizovaných schémat sestav výrobce
- jednoduchost propojení, přehlednost, indikace poruch
- kvalifikovaná technická podpora a poradenství

PŘEHLED SYSTÉMŮ REGULACE DUPLEX

Typ	Použití	Ovládání
základní	<ul style="list-style-type: none"> - všechny elektrické komponenty jsou vyvedeny na připojovací rozvodnici umístěnou uvnitř nebo vně jednotky - standardní součástí dodávky jednotky jsou ventilátory, servopohony klapky a kapilární ochranný termostat teplovodního ohřivače - na základě konkrétního požadavku jsou jednotky vybaveny všemi dalšími prvky (konkrétní typy servopohonů, čidla, termostaty, manostaty, ...) - vhodné pro aplikace, kde je systém regulace dodáván samostatně – například velké budovy s centrálním (nadřazeným) systémem řízení a pod. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> základní provedení (ventilátory, servopohony, termostaty, manostaty a další dle volby) </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;"> ↑ ↓ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> nadřazený systém regulace </div>
regulace „CPM“	<p>Standardní funkce regulace CPM</p> <ul style="list-style-type: none"> - plynulé řízení ventilátorů - automatické ovládání klapky bypassu - protímrazová ochrana rekuperačního výměníku - spínání elektrického nebo teplovodního dohřivače - přepnutí na zvolený výkon podle externího signálu - ovládání uzavírací klapky na přívodu a odtahu - možnost přednastavení min. a max. dovolených otáček - možnost automatického provozu podle čidel (CO₂, RH) s výstupem 0–10 V - výstupy pro ovládání elektrického přehřivače a ohřivače (pulsně spínáno 10 V) nebo vodního ohřivače (řízení signálem 0–10 V) - výstupy pro ovládání chlazení (přímé i vodní), případně tepelného čerpadla <p>Ovladač CPM</p> <ul style="list-style-type: none"> - dotykový grafický displej - týdenní program - režim „party“ – požadavek na vyšší výkon větrání - režim „dovolená“ – podle nastaveného datumu - upozornění na nutnost výměny filtru - automatický provoz na konstantní vstupní signál – např. řízení na konstantní tlak <p>Ovladač CP 10 RA</p> <ul style="list-style-type: none"> - kruhový volič otáček s tlačítkem povolení dohřevu 	<div style="text-align: center;">  <p>Ovladač CPM s dotykovým displejem</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Ovladač CP 10 RA s otočným regulátorem</p> </div>
regulace „aMotion“	<p>Standardní funkce regulace aMotion</p> <p>Základní modul Elementary aM-CE</p> <ul style="list-style-type: none"> - ovládání otáček EC ventilátorů (dle nastaveného režimu) - automatické řízení rekuperace tepla i chladu (ovládání by-passu) - vyhodnocuje a zamezuje všem havarijním stavům dle měřených veličin - nastavení základních a uživatelských scén a týdenních kalendářů pro volbu režimů, výkonů, teplot a dalších funkcí - připojení přes rozhraní Ethernet pro komunikaci po internetu - vstupy pro externí signály – ovládání například z toalet, kuchyní apod. - možnost připojení čidel kvality vzduchu (např. koncentrace CO₂ nebo relativní vlhkosti) buď kontaktem, napětím 0–10V, nebo po sběrnici. - výstupy pro plynulé ovládání elektrického přehřivače a ohřivače (pulsně spínáno 10 V) - možnost připojení až dvou ovladačů různých typů - připojení na nadřazený systém protokolem Modbus TCP <p>Pokročilý modul Legendary aM-CL (modul nabízí funkce shodné s Elementary aM-CE a jako nadstavbu níže vyjmenované volby)</p> <ul style="list-style-type: none"> - řízení systémů s VAV boxy - řízení systémů se zdroji tepla (tepelná čerpadla, zásobníky tepla apod.) - komunikace po sběrnici protokolem BACnet - připojení více než dvou ovladačů - více než 4 externí sběrníkové prvky (ovladače, čidla CO₂, venkovní čidla teploty,....) - větší počet nastavitelných scén (více než 10) - více než 2 uživatelské kalendáře - více než 4 uživatelé (mimo servisní přístupy) <p>Doplňkový modul aM-IO18</p> <ul style="list-style-type: none"> - vstupy pro 4 externí signály – ovládání například z toalet, kuchyní apod. - řízení teplovodních ohřivačů (0–10 V) - ovládání cirkulačních režimů <p>Doplňkový modul aM-IO12</p> <ul style="list-style-type: none"> - řízení chlazení (přímé i vodní) a tepelných čerpadel - rotační regenerátor <p>Doplňkový modul aM-XCF</p> <ul style="list-style-type: none"> - řízení jednotky na základě měření průtoku <p>Doplňkový modul RD-K</p> <ul style="list-style-type: none"> - další vstupy a výstupy výrazně rozšiřující funkce regulace <p>Převodník BACnet / KNX</p> <ul style="list-style-type: none"> - připojení na nadřazený systém protokolem BACnet nebo KNX 	<p>aTouch (dotykový ovladač)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>aDot (dotykový ovladač)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>aSpace (internetové rozhraní)</p> <div style="text-align: center;">  </div>

SMART box

chytrý regulátor průtoku vzduchu pro systémy centrálního větrání

Společnost ATREA vyvinula a nabízí unikátní ucelený systém centrálního větrání založený na centrální vzduchotechnické jednotce a lokálních chytrých VAV regulátorech, umožňující nezávisle regulovat jednotlivé sekce.

Toto řešení je vhodné především pro bytové domy, kancelářské budovy, školy, hotely a všechny další budovy s více nezávisle větranými sekcemi.

Hlavní části systému

1) Centrální vzduchotechnická jednotka může být jakákoliv jednotka DUPLEX s regulací RD5 – např. jednotky řady DUPLEX Multi, MultiEco, Flexi, Roto, Silent atd. Podle konkrétní dispozice může být ve vnitřním nebo i nástřešním provedení. Jednotka může podle potřeb zajišťovat mimo rekuperaci a filtraci i kompletní úpravu přiváděného vzduchu (topení, chlazení).

2) SMART boxy jsou určeny do každé větrané sekce. Podle velikosti objektu a topologie jich může být k jedné centrální jednotce připojeno od 2 do 63 kusů. SMART box reguluje průtok na přívodu a odtahu z dané sekce tak, aby byl vždy zajištěn rovnotlak (případně předem definovaný rozdíl průtoku). Na základě volitelně připojených sensorů může být průtok upravován zcela automaticky, případně lze systém ovládat ručně celou řadou ovladačů. Pro rozsáhlejší sekce – např. celý byt – lze přívod dělit a automaticky regulovat zóny (např. denní, noční). Volitelně lze lokálně upravovat i teplotu přiváděného vzduchu (ohřívát).

3) Kabelové vedení zajišťuje vzájemné propojení centrální jednotky a jednotlivých SMART boxů. Díky vzájemné komunikaci je celý systém trvale a okamžitě řízen tak, aby centrální jednotka dávala přesně potřebné množství vzduchu. Tato průběžná optimalizace vede k výrazné úspoře provozních nákladů (elektrina na pohon ventilátorů, energie na dohřev / chlazení) a mimo jiné se tím docílí i snížení hlučnosti celého systému.

4) Internetové připojení umožňuje detailní uživatelské ovládání jednotlivých SMART boxů přes chytré telefony a PC, a pro správce umožňuje centrální dohled nad celým systémem, automatické hlášení poruch a v neposlední řadě poskytuje podklady pro rozúčtování nákladů na provoz centrální jednotky na jednotlivé SMART boxy (výhodně především pro bytové domy).



SMART box

Výhody systému ATREA se SMART boxy

- Systémové unikátní řešení SMART boxů s centrální vzduchotechnickou jednotkou
- Optimalizace výkonu centrální jednotky podle požadavků jednotlivých SMART boxů výrazně snižuje spotřebu energie a hlučnost
- Sofistikovaný systém regulace všech jednotlivých částí s centrální správou
- Variabilita umístění díky různým provedením
- Široká škála použití díky obsáhlé řadě velikostí
- Kompaktní rozměry umožňující instalaci např. do podhledů
- Přesná regulace průtoku v celém deklarovaném rozsahu použití zajišťující perfektní rovnotlakost systému
- Široká škála příslušenství připojitelného ke každému SMART boxu zvyšuje uživatelský komfort a dále snižuje provozní náklady
- Systém centrální správy v úrovni uživatele i správce s mnoha nadstandardními funkcemi (např. možnost rozúčtování nákladů na provoz centrální vzduchotechnické jednotky)

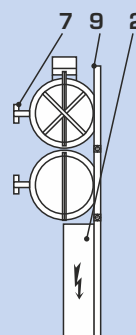
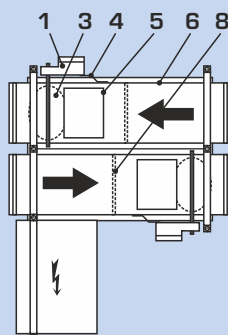
SMART BOX - ZÁKLADNÍ POPIS

SMART box se skládá ze dvou samostatných tubusů a modulu rozvodnice, které je možné vzájemně spojit pomocí upevňovacího rámu. Jeden tubus slouží pro přívod vzduchu a druhý pro odvod vzduchu, oba jsou vybaveny vlastním servopohonem a nezávislým přesným měřením průtoku vzduchu. Určení přívodního a odtahového tubusu je nastavitelné v regulaci.

Každý tubus je dodatečně izolován a opatřen revizním otvorem pro možnost servisního přístupu k pohyblivým součástkám, bez nutnosti odpojování potrubních tras. Tubusy mohou být volitelně doplněny krytem stříbrné barvy, nezávisle pro každou část.

Rozvodnici je možné ponechat samostatně nebo připojit na libovolnou stranu instalačního rámu tubusů. Rozvodnice obsahuje regulační modul, který zajišťuje řízení celého SMART boxu a připojení i veškerého volitelného příslušenství.

SMART box je určen pro instalaci do vnitřních prostor s prostředím normálním dle ČSN 33 2000-5-51.



Legenda:

- 1 Servopohon s vestavěným měřením průtoku
- 2 Rozvodnice s digitálním modulem
- 3 Regulační klapky vč. těsnění
- 4 Držák servopohonu
- 5 Revizní otvor pro přístup do vnitřní části
- 6 Tubus vč. samolepící 15 mm tepelné izolace
- 7 Madlo krytu revizního otvoru
- 8 Přesné měření průtoku
- 9 Nosný rám jednotlivých částí - rozebíratelný

NÁVRHOVÝ SOFTWARE



Pro podrobný návrh celého systému se SMART boxy doporučujeme využít specializovaný návrhový program. Naleznete jej na našich internetových stránkách www.atrea.cz, nebo si jej vyžádejte na CD na naší adrese.

Atrea

VĚTRACÍ JEDNOTKY, REKUPERACE TEPLA

ATREA s.r.o., Čs. armády 32
466 05 Jablonec n. Nisou
Česká republika

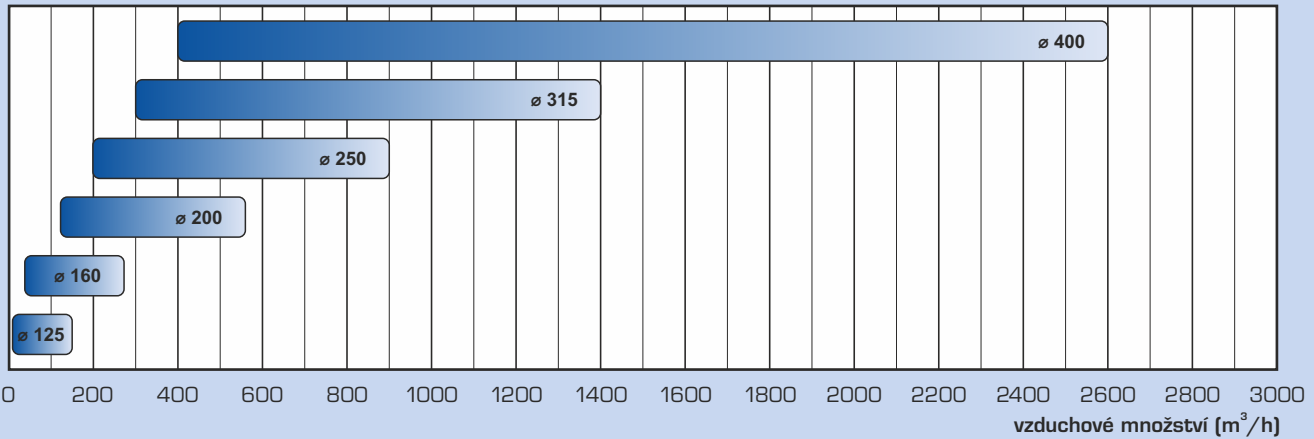


www.atrea.cz

Tel.: +420 483 368 111
Fax: +420 483 368 112
E-mail: atrea@atrea.cz

TECHNICKÁ DATA

VOLBA VELIKOSTI SMART BOXU

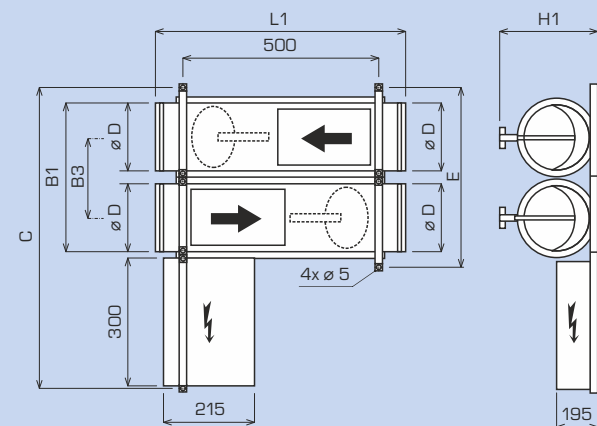


AKUSTICKÉ PARAMETRY

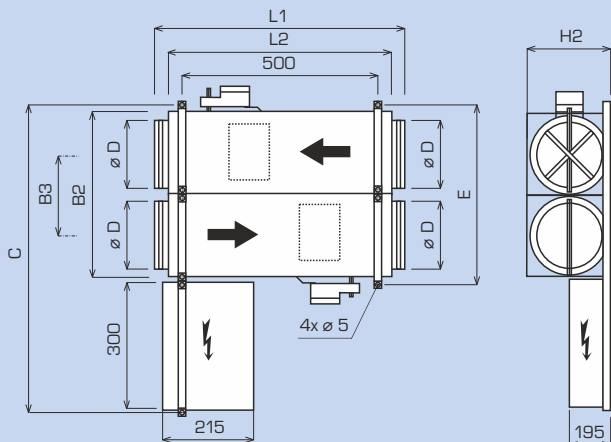
SMART box	pracovní bod		akustický výkon L_{WA} (dB)								L_{WA} (dB)
	tlaková ztráta (Pa)	množství vzduchu (m^3/h)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
125	50	125	45	44	43	41	33	31	22	19	41
160		175	49	47	48	45	37	26	21	17	45
200		550	46	53	49	47	44	40	39	31	50
250		850	56	43	43	45	45	42	36	28	49
315		1 400	56	43	43	49	45	42	36	28	50
400		2 600	45	46	46	48	35	33	26	22	46
125	150	125	49	50	54	53	47	44	41	42	54
160		175	43	54	52	54	48	43	37	32	54
200		550	52	57	55	53	50	46	44	36	55
250		850	50	55	53	51	48	44	42	34	53
315		1 400	52	57	55	53	50	47	45	37	56
400		2 600	50	55	58	51	48	45	43	37	55
125	300	125	44	48	58	60	52	51	50	51	60
160		175	52	52	57	60	53	49	45	43	59
200		550	56	60	59	57	52	52	49	40	59
250		850	56	60	59	56	53	50	48	40	59
315		1 400	58	30	56	55	56	53	51	43	60
400		2 600	53	56	61	57	55	53	45	40	60

ROZMĚRY

SMART box bez zákrty



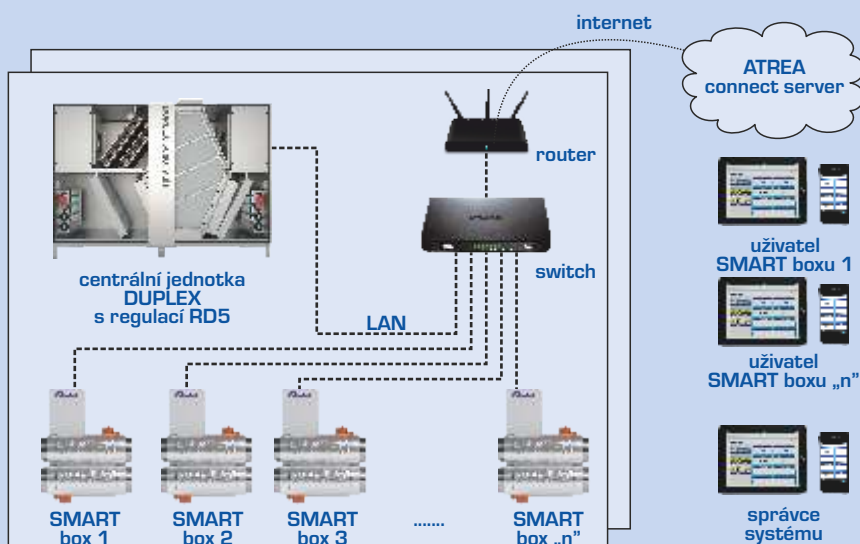
SMART box se zákrtem



SMART box	B1 (mm)	B2 (mm)	B3 (mm)	C (mm)	ϕD (mm)	E (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
125/125	387	397	230	800	125	429	590	540	155	185
160/160	457	467	265	870	160	499	590	540	190	220
200/200	537 (588)	547 (659)	304 (358)	1 055	200	685	600	550	230	265
250/250	642 (698)	647 (781)	362 (418)	1 175	250	804	700	650	280	315
315/315	765 (826)	777 (905)	419 (480)	1 300	315	929	850	800	345	380
400/400	904 (950)	917 (1 308)	505 (569)	1 470	400	1 099	930	850	446	475

Hodnoty v závorce platí pro SMART box ϕ 200–400 pro osazení servopohonů dovnitř.

SYSTÉM CENTRÁLNÍHO VĚTRÁNÍ - ZÁKLADNÍ TOPOLOGIE



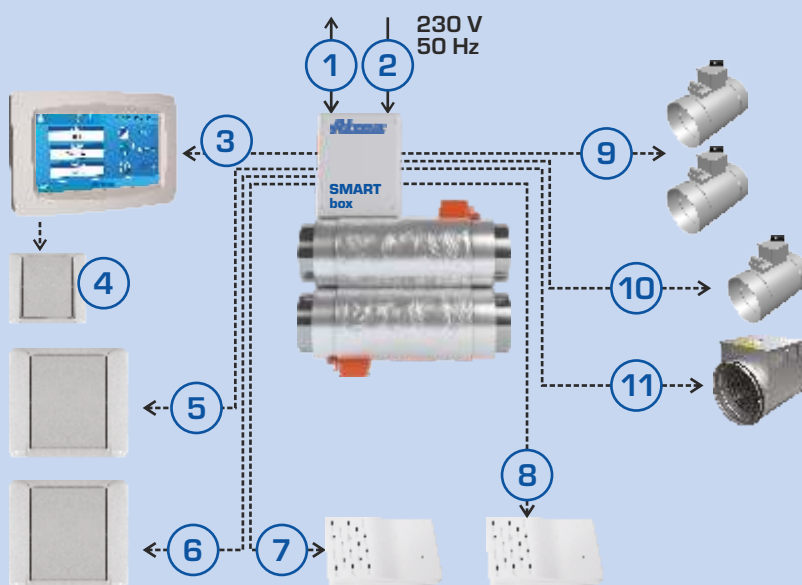
Základ systému tvoří jednotlivé SMART boxy a centrální vzduchotechnická jednotka řady DUPLEX vybavená digitální regulací RD5.

Všechna zařízení jsou spojena uzavřenou komunikační sítí (rozhraní ethernet), která zajišťuje kontinuální komunikaci jednotlivých prvků a jejich vzájemnou optimalizaci.

Router připojuje celý systém do internetu a tím i k ATREA connect serveru. Tato služba umožňuje přes systém přístupových hesel vzdálenou správu celého systému a rovněž i přístup jednotlivých uživatelů pro ovládání každého jednotlivého SMART boxu.

SMART BOX - VNITŘNÍ ZAPOJENÍ

Každý SMART box umožňuje připojení široké škály volitelných komponentů – a to jak na straně vstupů tak i výstupů. Tím se funkčnost celého systému dá přizpůsobit konkrétní aplikaci, např. pro větrání bytů v bytovém domě nebo třídě ve škole. Každý SMART box řídí nezávisle na ostatních boxech „svoji“ sekci a centrální jednotce předává „své“ požadavky.



Povinné propojení

1. Propojení LAN se switchem (s centrální jednotkou a ostatními SMART boxy)
2. Napájení – 1x 230 V/4 A char. B

Volitelné propojení

3. Ovladač pro uživatelské ovládání (viz „Ovládání“)
4. Externí čidlo prostorové teploty
5. Externí vstupy – např. signály z WC, koupelen
6. Externí vstupy – např. signál z kuchyně
7. Analogový vstup 1 – např. čidlo kvality vzduchu
8. Analogový vstup 2 – např. relativní vlhkost
9. Výstupy pro 2 zónové klapky přívodu (např. den/noc)
10. Výstupy pro 1 zónovou přepínací klapku odtahu (např. kuchyně)
11. Dohřívavač vzduchu – teplovodní nebo elektrický

OVĽADÁNÍ

Mechanické ovladače

CP 10 RA – nastavení výkonu větrání pomocí otočného voliče, s možností vypnutí

CP 10 RT – nastavení výkonu větrání a teploty přiváděného vzduchu (v případě osazeného ohřívavače) pomocí otočných voličů, včetně možnosti vypnutí

Digitální ovladače

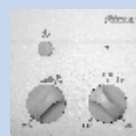
CP Touch – komfortní ovladač pro nastavení všech režimů s detailním zobrazením stavu, včetně indikace poruch. Umožňuje uživatelský přístup k běžným funkcím, nastavení týdenního režimu i nastavení celého systému. Ovladač také umožňuje nastavení dočasného režimu party / dovolená. Standardně obsahuje i vestavěné čidlo prostorové teploty. Veškeré hodnoty se nastavují na přehledném barevném dotykovém displeji. Možnost více barevných variant.

Vzdálené ovládání

Díky propojení celého systému na internet lze pro ovládání využít i chytré telefony a počítače. Díky intuitivnímu rozhraní lze systém plně ovládat i nastavit všechny parametry.

Vzdálená správa

Systém standardně obsahuje i komfortní menu pro správce - systém je možné na dálku sledovat a nastavovat, případně zvolit možnost automaticky získat (např. e-mailem) informace o chybách a poruchách. Víceúrovňový systém přístupových hesel zabraňuje nechtěnému zásahu.



Ovladač **CP 10 RT**



Ovladač **CP 10 RA**



Ovladač **CP Touch**



Ovladač **CP Touch**



Ovládání přes **telefon**



Správa přes **PC**

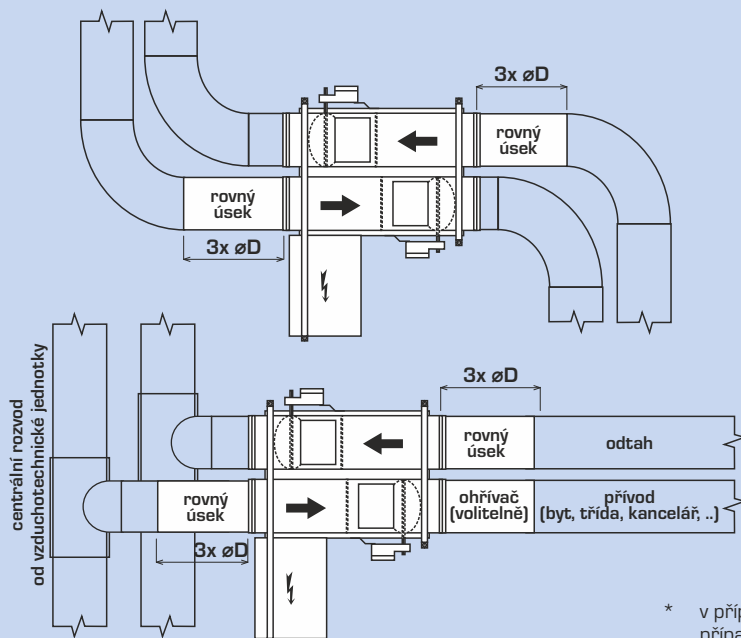
PROVEDENÍ, INSTALACE

INSTALACE

Rovné úseky

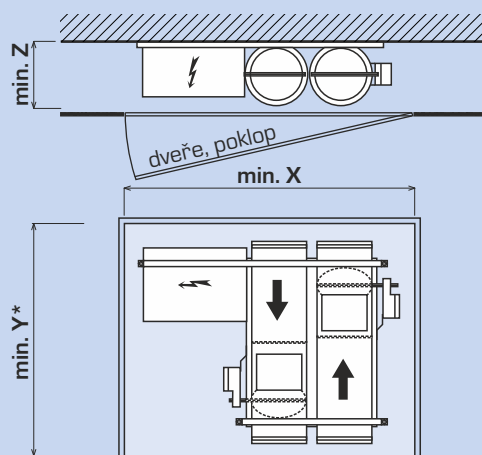
Při instalaci je nutné dodržet směr proudění každým tubusem definovaný šipkou (směr měřící člen → klapka), nezáleží zda se jedná o přívod nebo odtah (definuje se jako parametr při zprovoznění systému).

Pro dosažení odpovídající přesnosti regulace průtoku je nutné dodržet uklidňující vzdálenost min. $3x \varnothing D$ za změnou směru (kolenem apod.) před tubusem.



Přístup

SMART box musí zůstat trvale přístupný pro zprovoznění systému a údržbu – např. dvířky v podhledu.

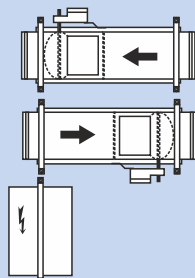


SMART box	X (mm)	Y* (mm)	Z (mm)
125/125	750	500	225
160/160	850	500	225
200/200	1 000	650	270
250/250	1 100	750	320
315/315	1 250	850	385
400/400	1 450	900	480

* v případě připojených ohřivačů (elektrických nebo teplovodních) nutno zvětšit, případně řešit samostatným přístupem k ohřivači

PROVEDENÍ

ZÁKLADNÍ PROVEDENÍ - DĚLENÉ *

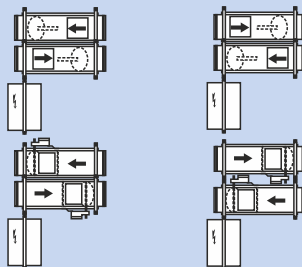


Příklad značení
2x SMART box UNI 125
1x SMART box RD5

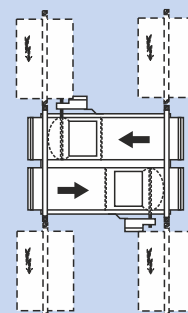
PRŮMĚRY
ø125 - 160

PRŮMĚRY
ø200 - 400

SPOJENÍ TUBUSŮ - UNIVERZÁLNÍ **



PŘIPOJENÍ ROZVODNICE - UNIVERZÁLNÍ ***



* maximální vzdálenost rozvodnice RD5 od tubusů je 20 m
** po spojení nosných rámu, pohled půdorysný
*** rozvodnici s regulací je možné připojit na všechny strany pomocí nosného rámu

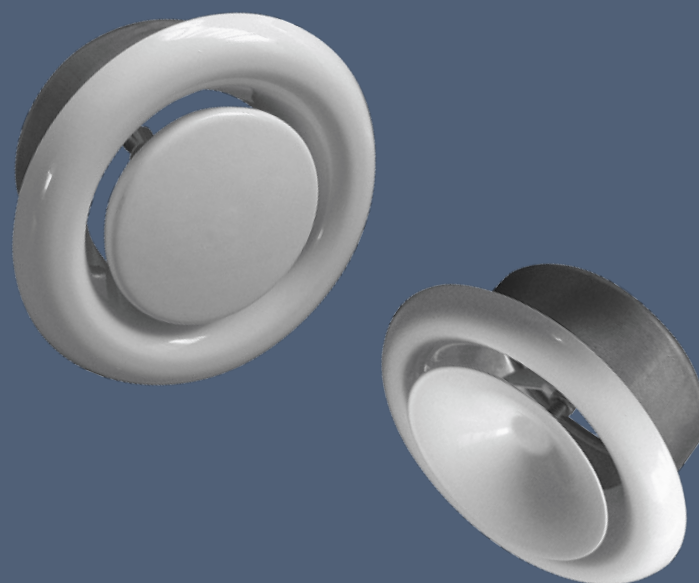
OBJEDNACÍ ČÍSLA

	SMART box UNI 125 (VAV regulační tubus ø 125)	obj. č. A701012
	SMART box UNI 160 (VAV regulační tubus ø 160)	obj. č. A701016
	SMART box UNI 200 (VAV regulační tubus ø 200)	obj. č. A701020
	SMART box UNI 250 (VAV regulační tubus ø 250)	obj. č. A701025
	SMART box UNI 315 (VAV regulační tubus ø 315)	obj. č. A701031
	SMART box UNI 400 (VAV regulační tubus ø 400)	obj. č. A701040
	SMART box C 125 (plechový kryt pro SMART box UNI 125 - stříbrný)	obj. č. A701112
	SMART box C 160 (plechový kryt pro SMART box UNI 160 - stříbrný)	obj. č. A701116
	SMART box C 200 (plechový kryt pro SMART box UNI 200 - stříbrný)	obj. č. A701120
	SMART box C 250 (plechový kryt pro SMART box UNI 250 - stříbrný)	obj. č. A701125
	SMART box C 315 (plechový kryt pro SMART box UNI 315 - stříbrný)	obj. č. A701131
	SMART box C 400 (plechový kryt pro SMART box UNI 400 - stříbrný)	obj. č. A701140
	SMART box RD5 (část měření a regulace, univerzální)	obj. č. A701000

	Ovladač CP Touch - dotykový - 4 barevné varianty (bílá, slonová kost, šedá, antracit)	obj. č. A170130 obj. č. A170131 obj. č. A170132 obj. č. A170133
	Ovladač CP 10 RT - barva bílá, dva teplotní rozsahy	obj. č. A170140 obj. č. A170141
	Ovladač CP 10 RA - barva bílá	obj. č. A170286
	Elektrický ohřivač EPO-V	dle velikosti
	Elektrický ohřivač EPO-PTC	dle velikosti
	Router	obj. č. A700901
	Switch 8-port	obj. č. A700905
	Switch 24-port	obj. č. A700906

MANDÍK®

TALÍŘOVÝ VENTIL TVPM - TVOM



Tyto technické podmínky stanoví řadu vyráběných velikostí a provedení "TALÍŘOVÝCH VENTILŮ" (dále jen ventilů) TVPM pro přívod vzduchu a TVOM pro odvod vzduchu ø 80, 100, 125, 150, 160, 200. Platí pro výrobu, navrhování, objednávání, dodávky, montáž, provoz a údržbu.

I. OBSAH

II. VŠEOBECNĚ	3
1. Popis.....	3
2. Provedení.....	3
3. Rozměry a hmotnosti.....	3
4. Zabudování a umístění.....	4
III. TECHNICKÉ ÚDAJE	5
5. Výpočtové a určující veličiny.....	5
IV. ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU	7
6. Objednávkový klíč.....	7
V. MATERIÁL, POVRCHOVÁ ÚPRAVA	7
7. Materiál.....	7
VI. KONTROLA, ZKOUŠENÍ	7
8. Kontrola.....	7
9. Zkoušení.....	8
VII. BALENÍ, DOPRAVA, PŘEJÍMKA, SKLADOVÁNÍ, ZÁRUKA	8
10. Logistické údaje.....	8
11. Záruka.....	8
VIII. MONTÁŽ, OBSLUHA, ÚDRŽBA A KONTROLY PROVOZUSCHOPNOSTI	8
12. Montáž a seřízení.....	8

II. VŠEOBECNĚ

1. Popis

- 1.1.** Ventily jsou koncový vzduchotechnický element určený pro distribuci vzduchu ve větraných nebo klimatizovaných prostorech. Plynulá regulace množství přiváděného vzduchu u přívodních kovových ventilů TVPM a regulace množství odváděného vzduchu u odvodních kovových ventilů TVOM se provádí otáčením talířů ventilů. Nastavená poloha "s" se po vyjmutí tělesa ventilu z pouzdra zajistí pojistnou maticí a ventil se opět nasadí do pouzdra. Tělesa ventilů jsou v pouzdrech usazena a zajištěna bajonetovými uzávěry.
- 1.4.** Ventily jsou určeny pro prostředí chráněné proti povětrnostním vlivům s klasifikací klimatických podmínek třídy 3K5, bez kondenzace, námrazy, tvorby ledu a bez vody i z jiných zdrojů než z deště dle EN 60 721-3-3 zm.A2.
- 1.5.** Ventily jsou určeny pro vzdušiny bez abrazivních, chemických a lepivých příměsí.
- 1.7.** Všechny rozměry a hmotnosti, pokud není uvedeno jinak, jsou v mm a kg.

2. Provedení

- 2.1.** Ventily jsou dodávány v těchto provedeních:

- pro přívod vzduchu - TVPM
- pro odvod vzduchu - TVOM

3. Rozměry a hmotnosti

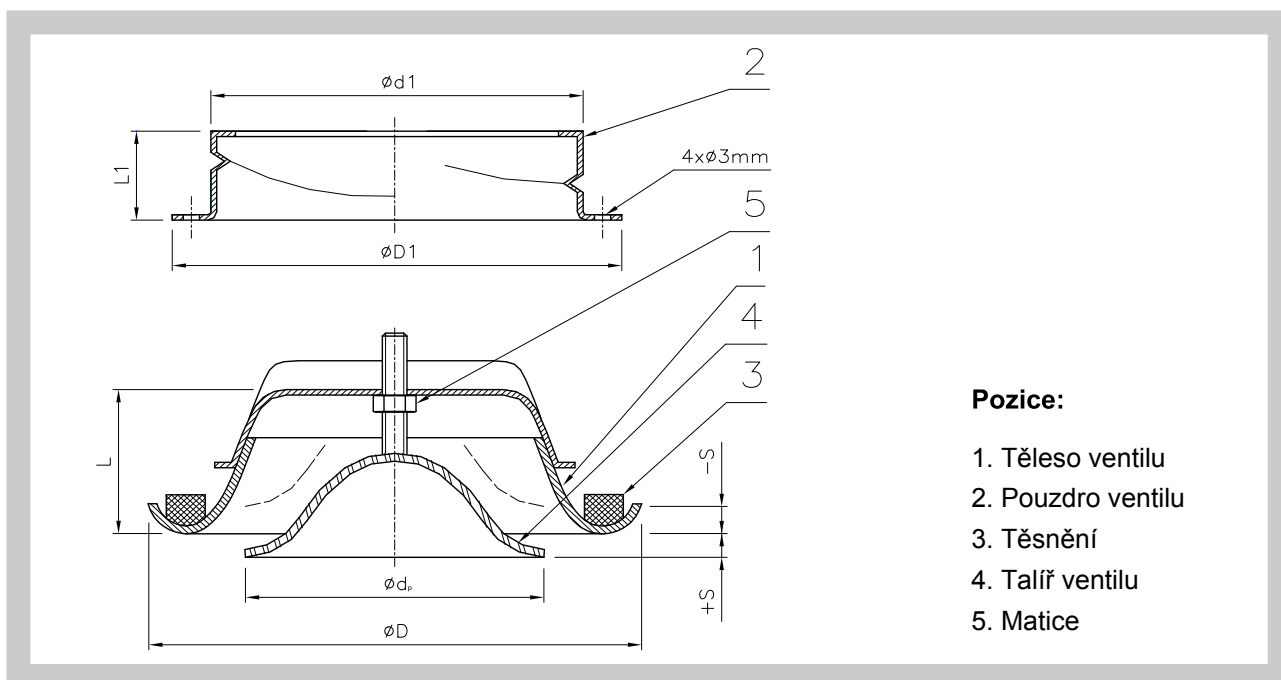
- 3.1.** Rozměry a hmotnosti ventilů

Tab. 3.1.1. Rozměry a hmotnosti

Jm. rozměr	øD	øD ₁	ød ₁	ødp	ødo	L	L ₁	Nastavení ventilu s		Hmotnost [kg]	
								TVPM	TVOM	TVPM	TVOM
80	115	105	79	80	60	42	50	9 až -3	12 až -15	0,150	0,125
100	138	125	99	93	75	40	50	10 až -3	10 až -10	0,190	0,170
125	164	150	124	115	99	46	50	15 až -7	9 až -17	0,270	0,230
150	202	175	149	135	118	50	50	15 až -5	10 až -15	0,390	0,350
160	211	185	159	148	129	54	50	15 až -10	5 až -20	0,420	0,380
200	248	225	199	196	157	63	50	20 až -3	20 až -25	0,590	0,510

3.2. Ventil pro přívod vzduchu TVPM

Obr. 1

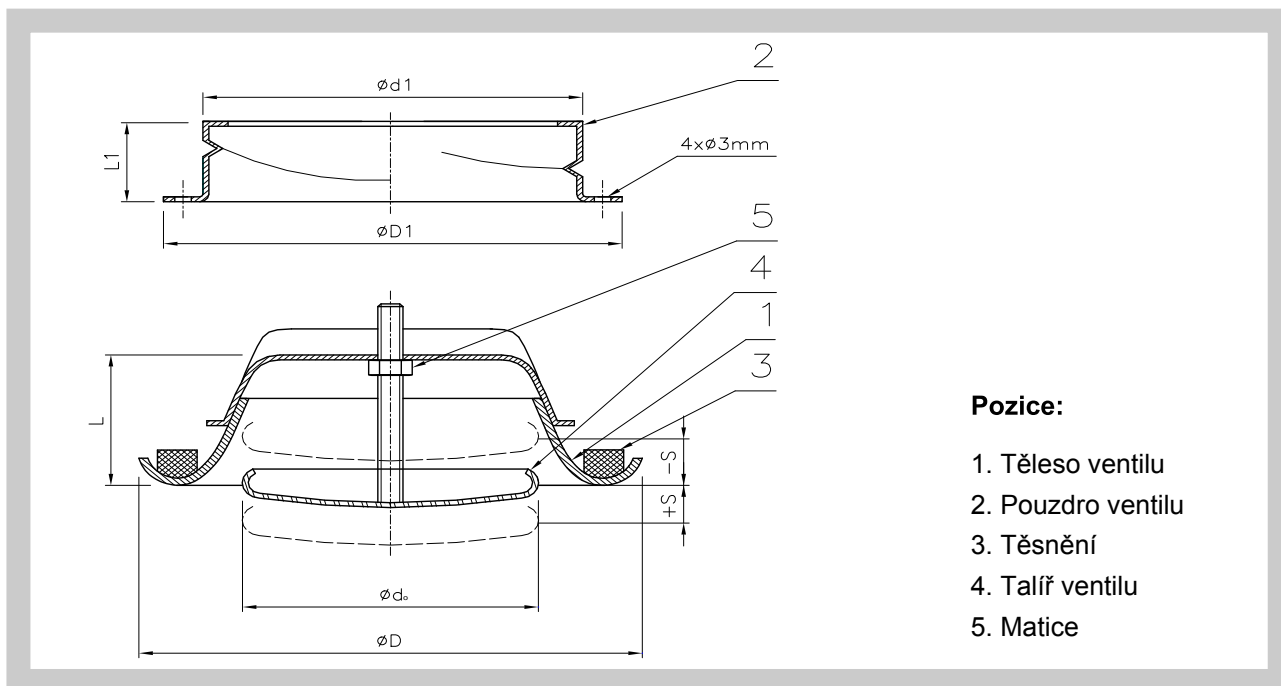


Pozice:

- 1. Těleso ventilu
- 2. Pouzdro ventilu
- 3. Těsnění
- 4. Talíř ventilu
- 5. Matice

3.3. Ventil pro odvod vzduchu TVOM

Obr. 2



Pozice:

- 1. Těleso ventilu
- 2. Pouzdro ventilu
- 3. Těsnění
- 4. Talíř ventilu
- 5. Matice

4. Zabudování a umístění

- 4.1. Ventily jsou určeny pro instalaci do podhledů, stěn a jiných stavebních konstrukcí.
- 4.2. Pro rovnoměrné proudění vzduchu u ventilů pro přívod i odvod vzduchu je nutné, aby rovný úsek navazujícího potrubí byl min. 250 mm.

III. TECHNICKÉ ÚDAJE

5. Výpočtové a určující veličiny

5.1. Základní parametry

- \dot{V} [m³.h⁻¹] objemový průtok vzduchu pro jeden ventil
- s [mm] vzdálenost nastavení talířového ventilu od nulové polohy
- Δp_c [Pa] celková tlaková ztráta při $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
- L_{WA} [dB(A)] hladina akustického výkonu

Tab. 5.1.1. Ventil pro přívod vzduchu - TVPM

Jm. rozměr	80	100	125	150	160	200
\dot{V}_{max} [m ³ .h ⁻¹]	60	90	150	200	200	250

Tab. 5.1.2. Ventil pro odvod vzduchu - TVOM

Jm. rozměr	80	100	125	150	160	200
\dot{V}_{max} [m ³ .h ⁻¹]	60	90	150	200	200	250

5.2. Tlakové ztráty a hladiny akustických výkonů

5.2.1. Ventil pro přívod vzduchu TVPM

Diagram 5.2.1. TVPM 80

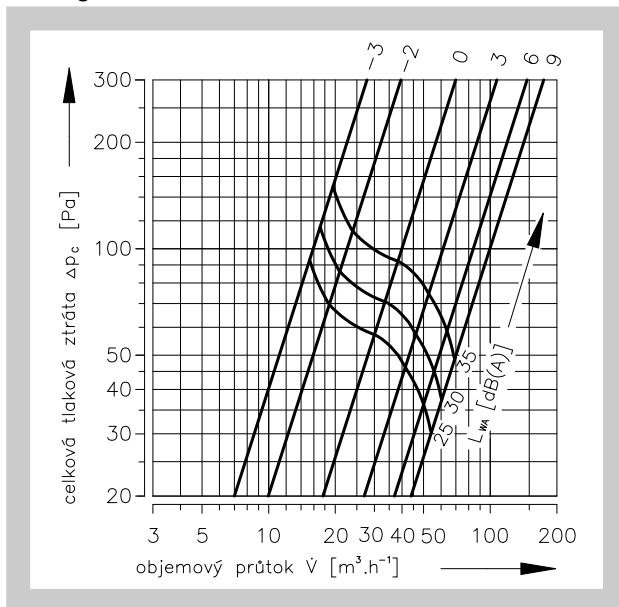


Diagram 5.2.2. TVPM 100

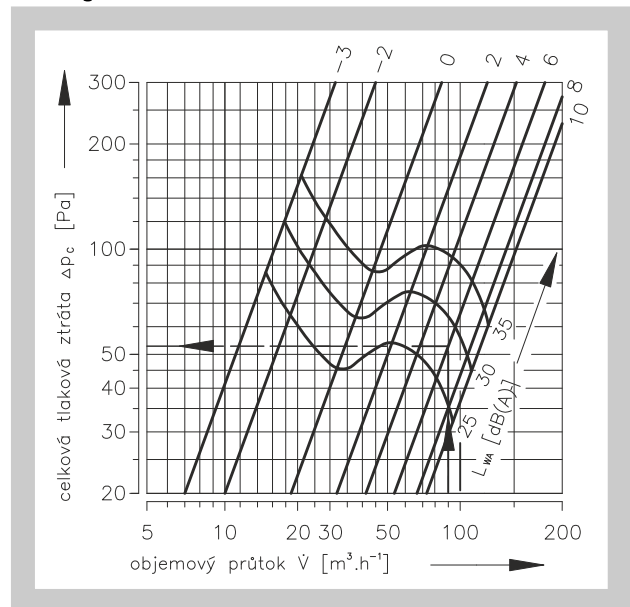


Diagram 5.2.3. TVPM 125

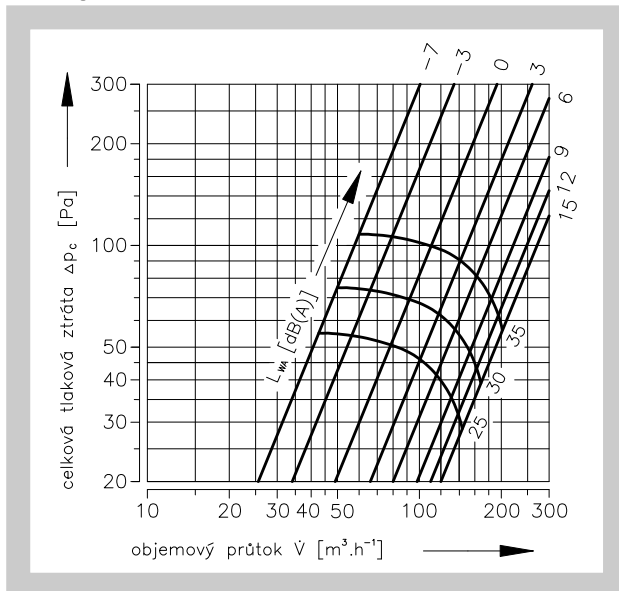


Diagram 5.2.4. TVPM 150

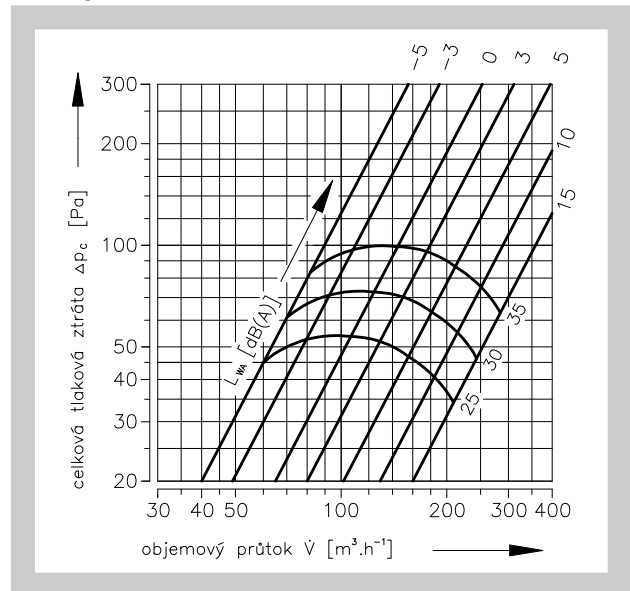


Diagram 5.2.5. TVPM 160

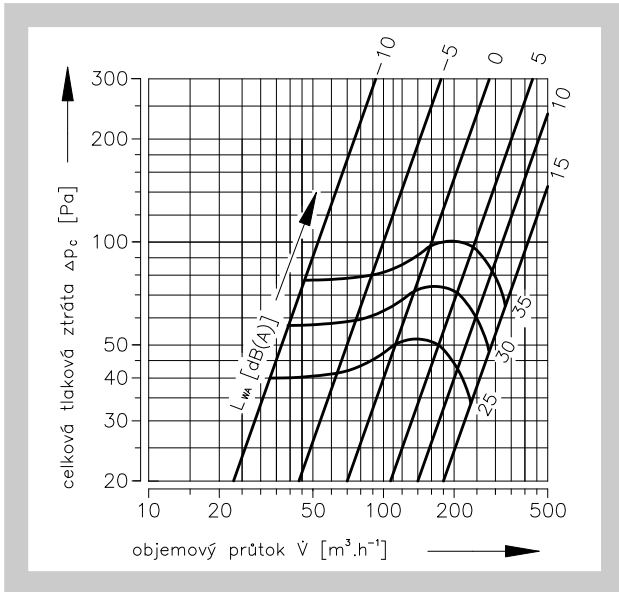
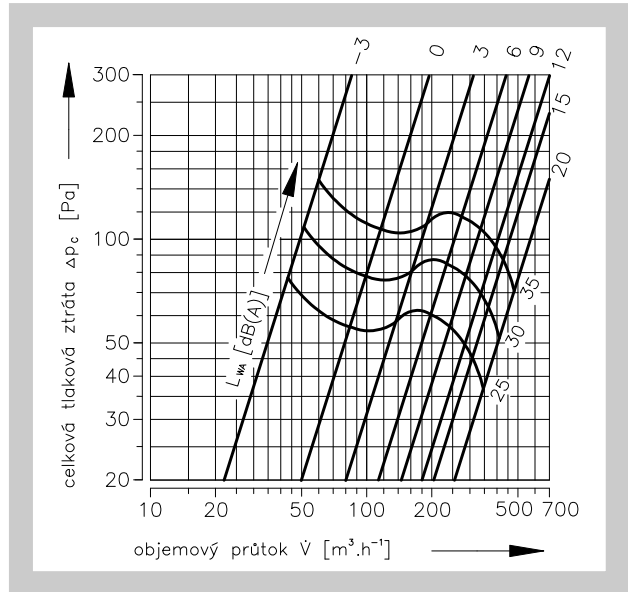


Diagram 5.2.6. TVPM 200



5.2.2. Ventil pro odvod vzduchu

Diagram 5.2.7. TVOM 80

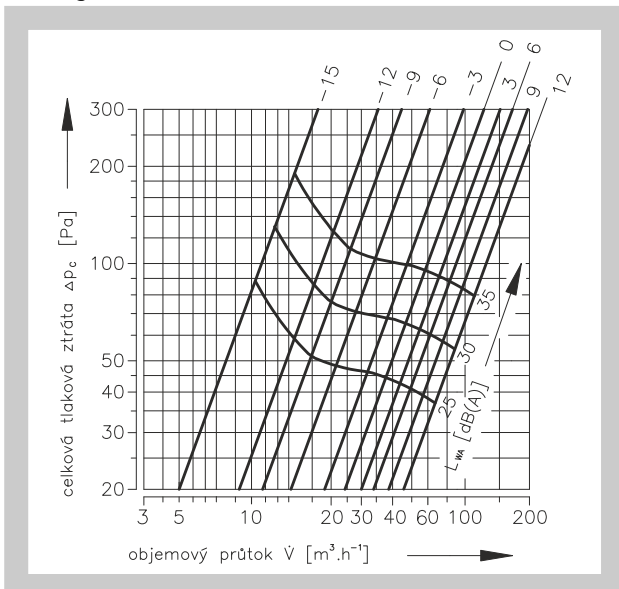


Diagram 5.2.8. TVOM 100

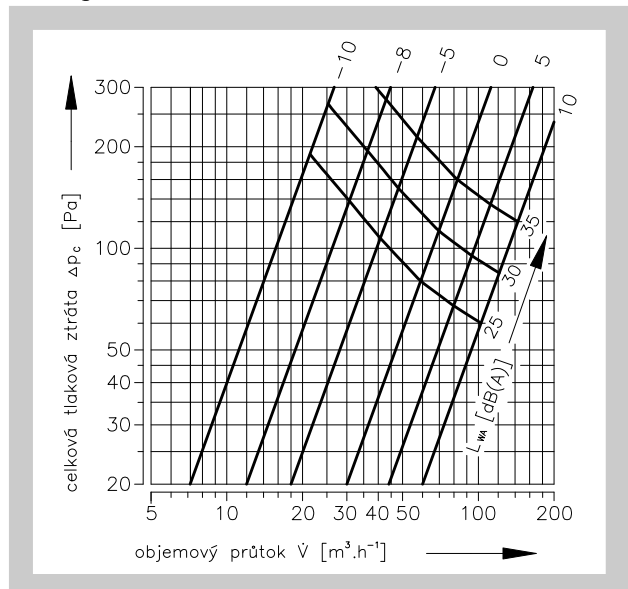


Diagram 5.2.9. TVOM 125

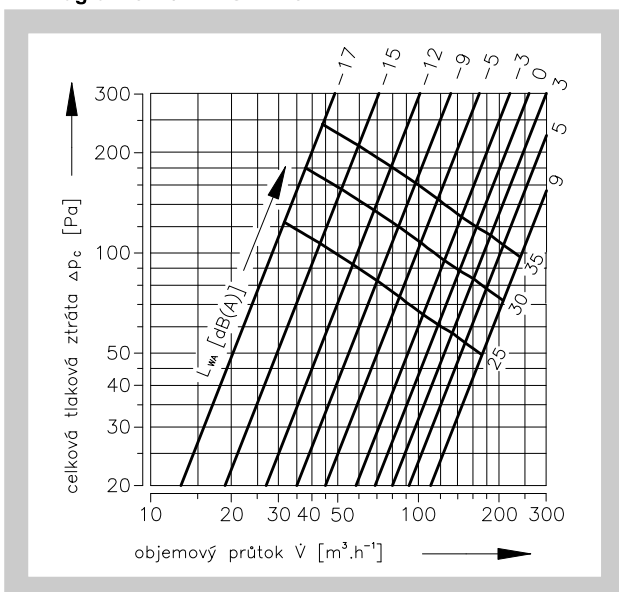


Diagram 5.2.10. TVOM 150

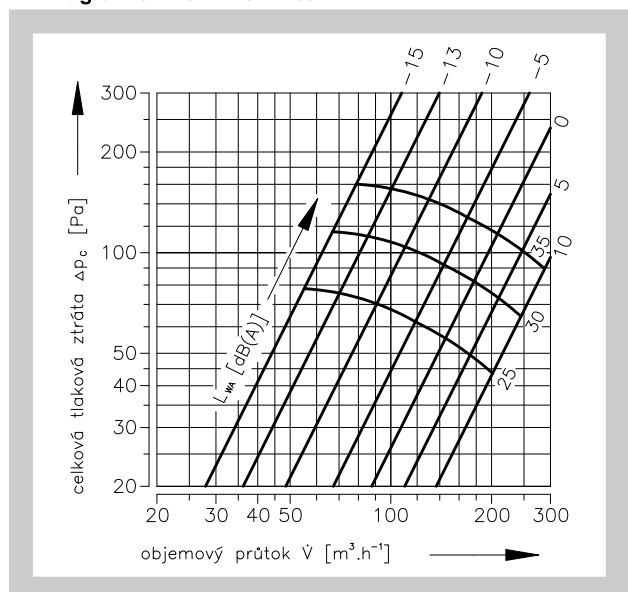


Diagram 5.2.11. TVOM 160

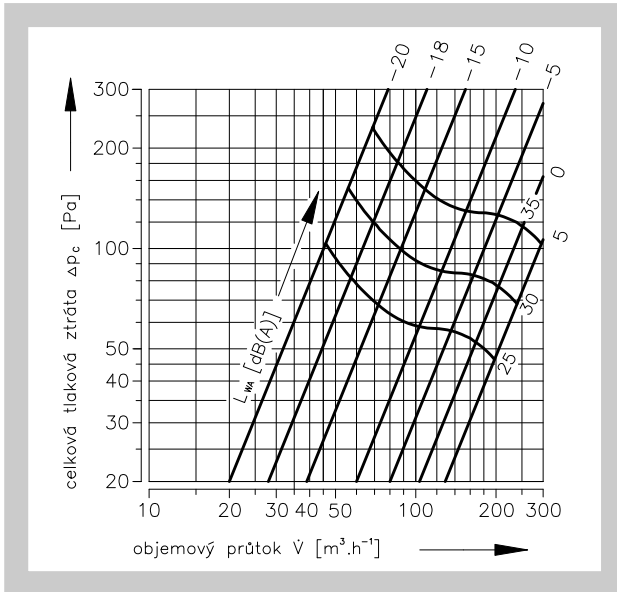
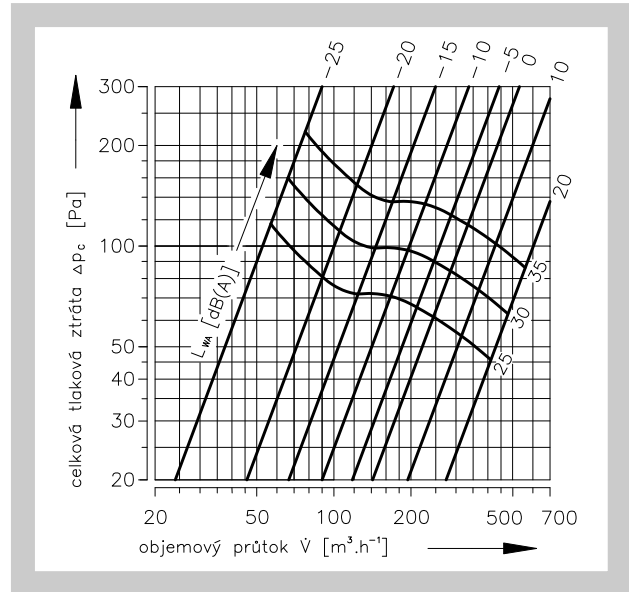


Diagram 5.2.12. TVOM 200



Obr. 3 Příklad

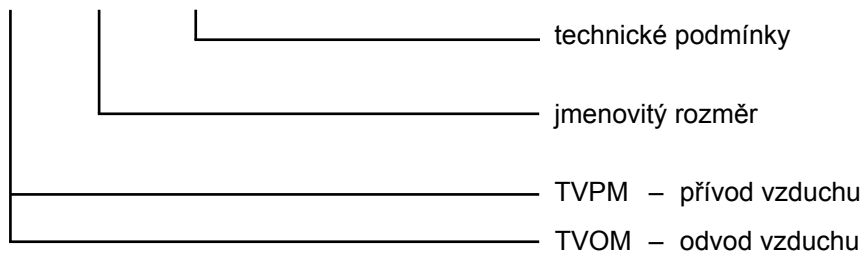
Zadaná data: Talířový ventil TVPM 100
 $\dot{V} = 90 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
 $s = 6 \text{ mm}$

Diagram 5.2.2. : $L_{WA} = 28 \text{ dB(A)}$
 $\Delta p_c = 43 \text{ Pa}$

IV. ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU

6. Objednávkový klíč

TVPM 100 TPM 028/03



V. MATERIÁL

7. Materiál

7.1. Tělesa a talíře ventilů jsou vyrobeny z ocelového plechu s epoxypolyesterovým nátěrem bílé barvy RAL 9010, pouzdra ventilů jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu.

VI. KONTROLA, ZKOUŠENÍ

8. Kontrola

- 8.1. Rozměry se kontrolují běžnými měřidly dle normy netolerovaných rozměru používané ve vzduchotechnice.
- 8.2. Provádí se mezioperační kontroly dílu a hlavních rozměrů dle výkresové dokumentace.

9. Zkoušení

- 9.1. Všechna zařízení jsou po ukončení výroby testována z hlediska bezpečnosti a provozuschopnosti.

VII. BALENÍ, DOPRAVA, PŘEJÍMKA, SKLADOVÁNÍ

10. Logistické údaje

- 10.1. Ventily se přepravují v kartónových obalech volně ložené krytými dopravními prostředky. Po dohodě s odběratelem je možné ventily přepravovat na paletách nebo v latěch. Při manipulaci po dobu dopravy a skladování musí být ventily chráněny proti mechanickému poškození. V případě použití obalů jsou tyto nevratné a jejich cena není zahrnuta v ceně ventilu.
- 10.2. Nebude-li v objednávce určen způsob převjímky, bude za převjímku považováno předání ventilů dopravci.
- 10.3. Ventily musí být skladovány v krytých objektech, v prostředí bez agresivních par, plynů a prachu. V objektech musí být dodržována teplota v rozsahu -5 až +40°C a relativní vlhkost max. 80%.
- 10.4. V rozsahu dodávky je kompletní talířový ventil.

11. Záruka

- 11.1. Výrobce poskytuje na ventily záruku 24 měsíců od data expedice.
- 11.2. Záruka zaniká při použití ventilů pro jiné účely, zařízení a pracovní podmínky než připouští tato norma nebo po mechanickém poškození při manipulaci.
- 11.3. Při poškození ventilu dopravou je nutné sepsat při převjímce protokol s dopravcem pro možnost pozdější reklamace.

VIII. MONTÁŽ, OBSLUHA, ÚDRŽBA A KONTROLY PROVOZUSCHOPNOSTI

12. Montáž

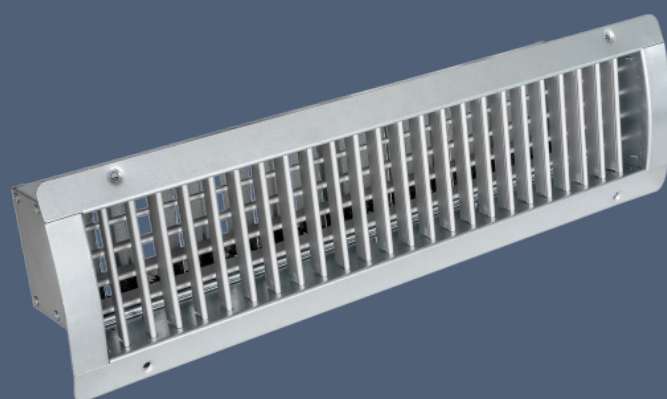
- 12.1. Montáž spočívá v instalaci ventilu do vzduchotechnického rozvodu.

MANDÍK, a.s.
Dobříšská 550
26724 Hostomice
Česká republika
Tel.: +420 311 706 706
E-Mail: mandik@mandik.cz
www.mandik.cz

MANDÍK®

VYÚSTKA PRO KRUHOVÉ POTRUBÍ

VNKM



Tyto technické podmínky stanoví řadu vyráběných velikostí a provedení vyústek pro kruhové potrubí (dále jen vyústek) jednořadých a dvouřadých s regulací R1, R2, R3, R5 a R6. Platí pro výrobu, navrhování, objednávání, dodávky, montáž a provoz.

I. OBSAH

II. VŠEOBECNĚ	3
1. Popis.....	3
2. Provedení.....	3
3. Rozměry a hmotnosti.....	4
4. Zabudování a umístění.....	9
III. TECHNICKÉ ÚDAJE	9
5. Výpočtové a určující veličiny.....	9
IV. MATERIÁL, POVRCHOVÁ ÚPRAVA	11
6. Materiál.....	11
V. ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU	11
7. Objednávkový klíč.....	11
VI. BALENÍ, DOPRAVA, PŘEJÍMKA, SKLADOVÁNÍ, ZÁRUKA	11
8. Logistické údaje.....	11
9. Záruka.....	12
VII. MONTÁŽ, OBSLUHA, ÚDRŽBA A KONTROLY PROVOZUSCHOPNOSTI	12
10. Montáž a demontáž.....	12

II. VŠEOBECNĚ

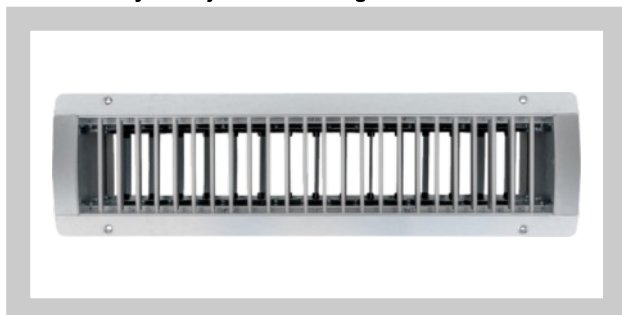
1. Popis

- 1.1. Vyústky jsou koncový vzduchotechnický element pro distribuci vzduchu v klimatizovaných, větraných a vytápěných prostorách.
- 1.2. Dodávány jsou vyústky z ocelového plechu s uchycením šrouby.
Sestava vyústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém je upevněna jedna nebo dvě řady otočných listů (vyústka jednořadá nebo dvouřadá).
Přední řada listů je svislá, shodná s kratším rozměrem vyústky, zadní řada je vodorovná.
Těsnost vyústek je zajištěna těsněním po obvodě.
- 1.3. Vyústky jsou určeny pro prostředí chráněné proti povětrnostním vlivům s klasifikací klimatických podmínek třídy 3K5, bez kondenzace, námrazy, tvorby ledu a bez vody i z jiných zdrojů než z deště dle EN 60 721-3-3 zm.A2.
- 1.4. Vyústky jsou určeny pro vzdušiny bez abrazivních, chemických a lepivých příměsí.
- 1.5. Teplota proudícího vzduchu musí být v rozsahu od -20 do +70 °C.
- 1.6. Všechny rozměry a hmotnosti, pokud není uvedeno jinak, jsou v mm a kg.

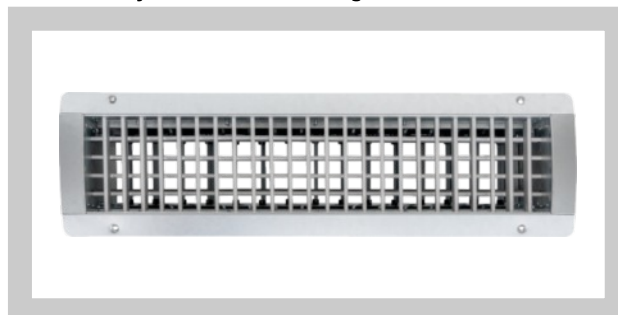
2. Provedení

- 2.1. Vyústky jsou dodávány podle počtu řad otočných listů jako jednořadá nebo dvouřadá, s regulací typu R1 s protiběžnými listy, R2 s naklápěcím ramenem náběhových listů, R3 s pevnou a posuvnou regulační lištou, souběžnou s rámem vyústky, R5 s velkoplošným vyklápěcím listem a R6 s pevnou a posuvnou regulační lištou, umístěnou šikmo vůči rámu vyústky. Regulace R2 je určena pro přívod vzduchu, regulace R1, R3, R5 a R6 jsou určeny pro přívod i odvod vzduchu. Rozteč lamel je 20 mm.
- 2.2. Vyústky se na potrubí upevňují šrouby.

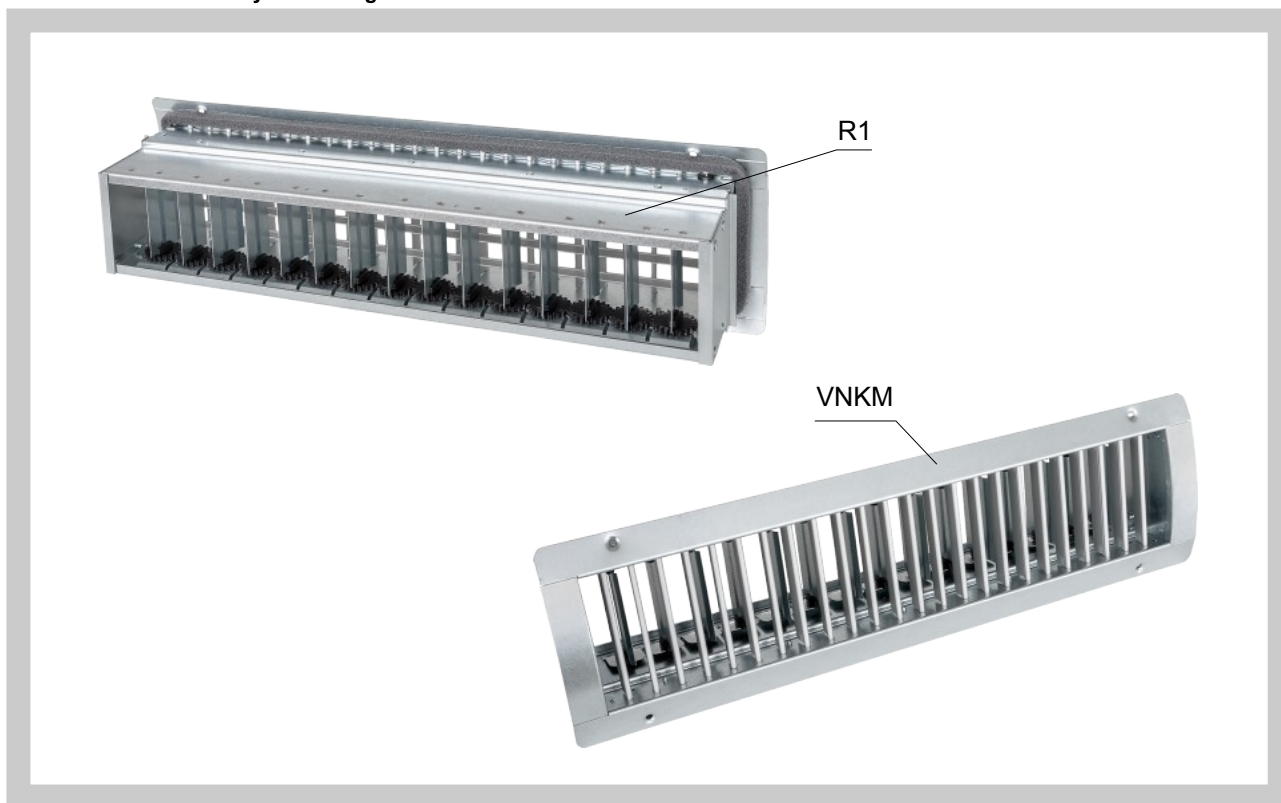
Obr. 1 Vyústka jednořadá s regulací R1



Obr. 2 Vyústka dvouřadá s regulací R1



Obr. 3 Jednořadá vyústka s regulací R1



3. Rozměry a hmotnosti

3.1. Rozměry vyústek

- Š x V jmenovitý rozměr vyústky (otvor pro vyústku v potrubí)
- Š₁ = Š - 25 šířka vyústky
- V₁ = V - 25 výška vyústky
- R poloměr (rádius) zaoblení vyústky
- H₁ hloubka boční lišty rámečku
- H₂ celková hloubka vyústky (bez regulace)

$$H_2 = H_1 + (R - 1/2 * \sqrt{4 * R^2 - V_1^2})$$

Tab. 3.1.1. Rozměry

jmenovitý rozměr Š x V	průměr potrubí D	H ₁		jmenovitý rozměr Š x V	průměr potrubí D	H ₁	
		vyústka				vyústka	
		jednořadá	dvouřadá			jednořadá	dvouřadá
225 x 75	150 - 400	30	50	225 x 85	150 - 400	30	50
325 x 75				325 x 85			
425 x 75				425 x 85			
525 x 75				525 x 85			
625 x 75				625 x 85			
725 x 75				725 x 85			
825 x 75				825 x 85			
1025 x 75				1025 x 85			
1225 x 75				1225 x 85			

jmenovitý rozměr Š x V	průměr potrubí D	H ₁		jmenovitý rozměr Š x V	průměr potrubí D	H ₁	
		vyústka				vyústka	
		jednořadá	dvouřadá			jednořadá	dvouřadá
225 x 125	300 - 900	30	50	225 x 325	630 - 2400	30	50
325 x 125							
425 x 125							
525 x 125							
625 x 125							
725 x 125							
825 x 125							
1025 x 125							
1225 x 125							
225 x 225	630 - 2400	30	50		630 - 2400	30	50
325 x 225							
425 x 225							
525 x 225							
625 x 225							
725 x 225							
825 x 225							
1025 x 225							
1225 x 225							

Řada potrubí (jmenovitý průměr) - 150, 160, 180, 200, 224, 250, 300, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1500, 1600, 1800, 2400.

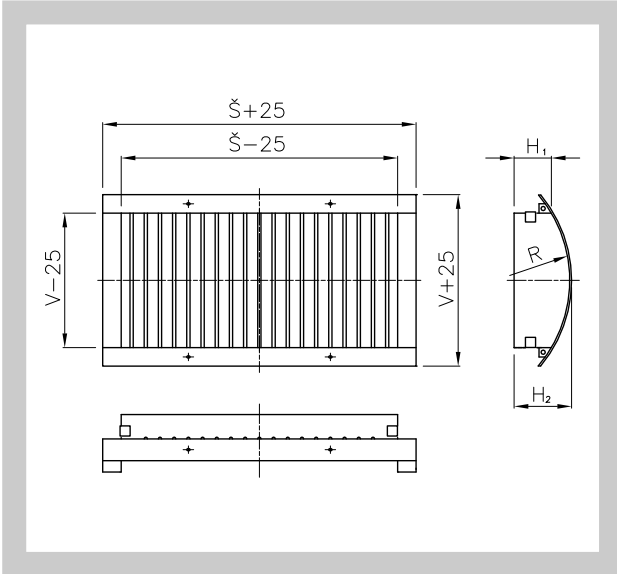
Tab. 3.1.2. Poloměr zaoblení a výška

průměr potrubí	Jm. rozměr výška V														
	75			85			125			225			325		
	R	H ₂ Jedno- řadá	H ₂ Dvou- řadá	R	H ₂ Jedno- řadá	H ₂ Dvou- řadá	R	H ₂ Jedno- řadá	H ₂ Dvou- řadá	R	H ₂ Jedno- řadá	H ₂ Dvou- řadá	R	H ₂ Jedno- řadá	H ₂ Dvou- řadá
150	90	34	54	90	35	55									
160	90	34	54	90	35	55									
180	90	34	54	90	35	55									
200	110	33	53	110	34	54									
225	110	33	53	110	34	54									
250	160	32	52	160	33	53									
300	160	32	52	160	33	53	160	38	58						
315	225	31	51	225	32	52	160	38	58						
355	225	31	51	225	32	52	225	36	56						
400	225	31	51	225	32	52	225	36	56						
450							225	36	56						
500							225	36	56						
560							300	34	54						
630							300	34	54	300	47	67	300	70	90
710							300	34	54	400	43	63	355	63	83
800							400	33	53	400	43	63	400	59	79
900							400	33	53	400	43	63	500	53	73
1000										600	38	58	500	53	73
1120										600	38	58	600	49	69
1250										600	38	58	600	49	69
1400										800	36	56	800	44	64
1500										800	36	56	800	44	64
1600										800	36	56	800	44	64
1800										800	36	56	800	44	64
2400										1200	34	54	1200	39	59

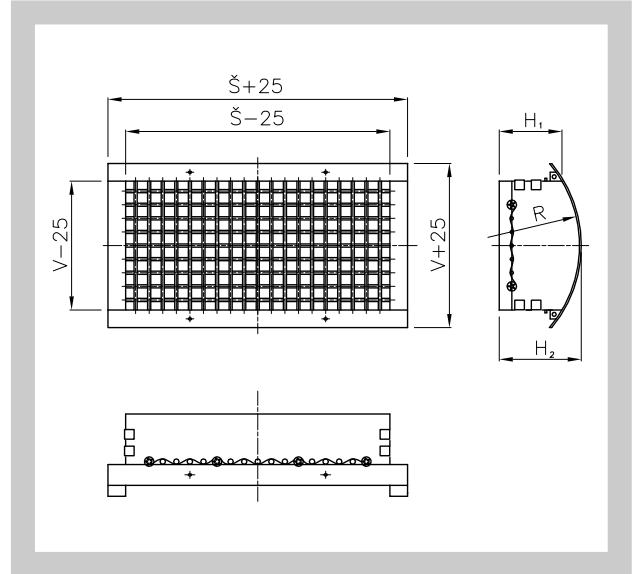
Vyrábí se pouze rozměry a varianty dle tabulek.
Atypy se nevyrábí.

3.2. Vyústky

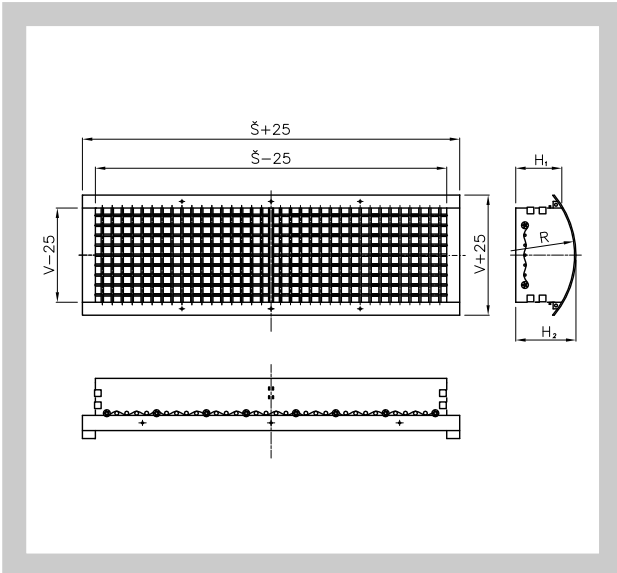
Obr. 4 Vyústka jednořadá



Obr. 5 Vyústka dvouřadá

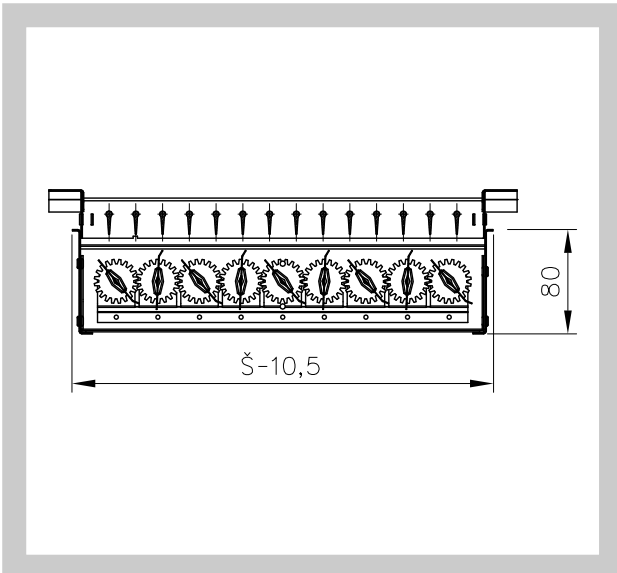


Obr. 6 Vyústka dvouřadá (Š ≥ 750 mm)

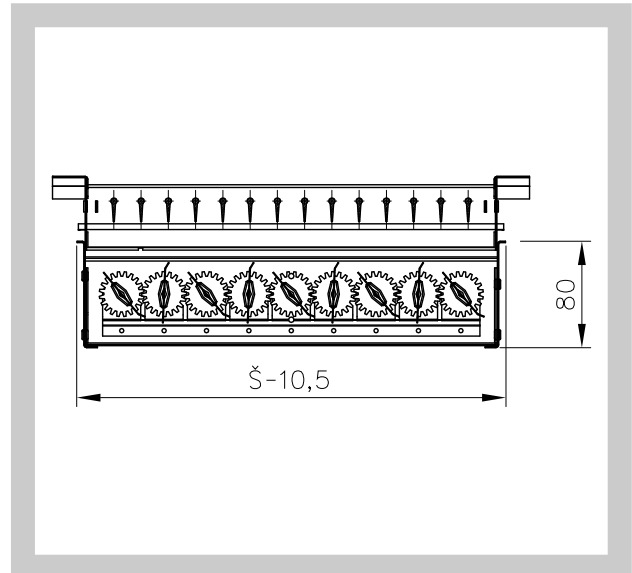


3.3. Sestavy vyústek s regulací

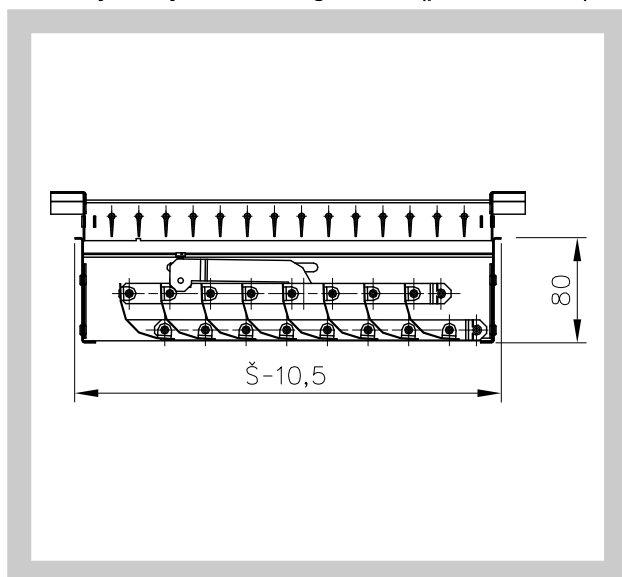
Obr. 7 Vyústka jednořadá - regulace R1



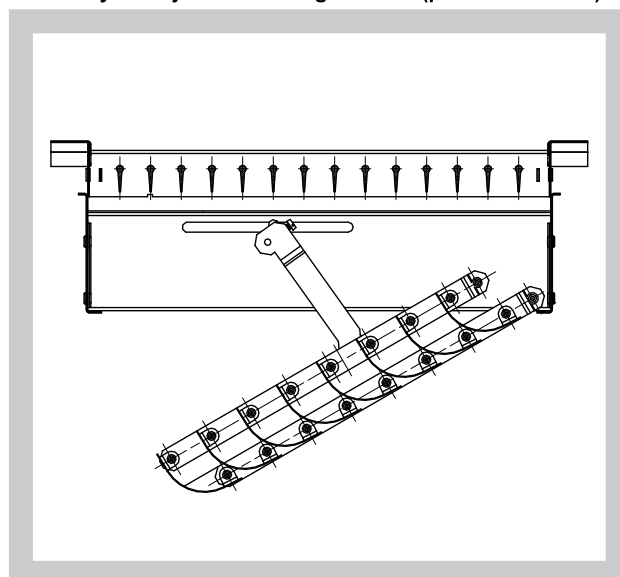
Obr. 8 Vyústka dvouřadá - regulace R1



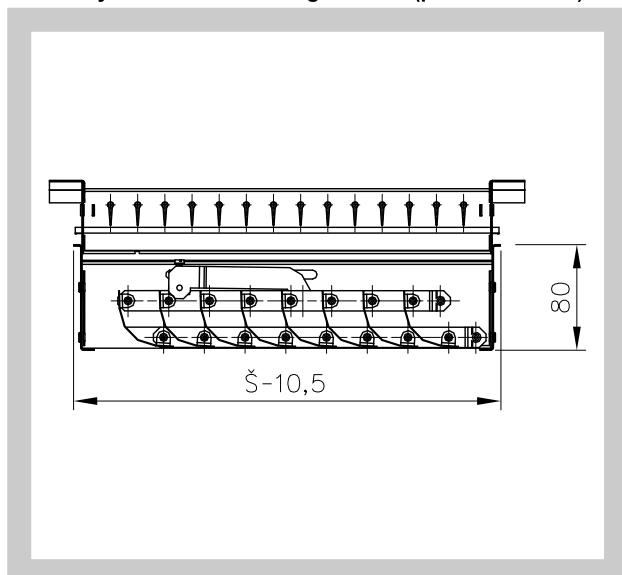
Obr. 9 Vyústka jednořadá - regulace R2 (poloha zavřeno)



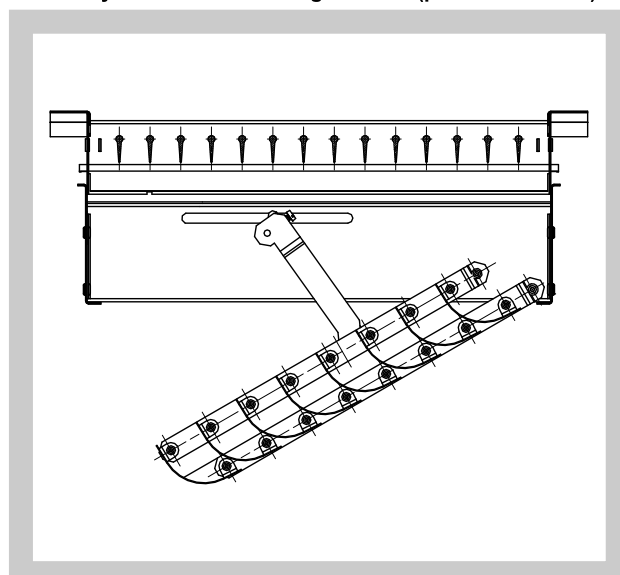
Obr. 10 Vyústka jednořadá - regulace R2 (poloha otevřeno)



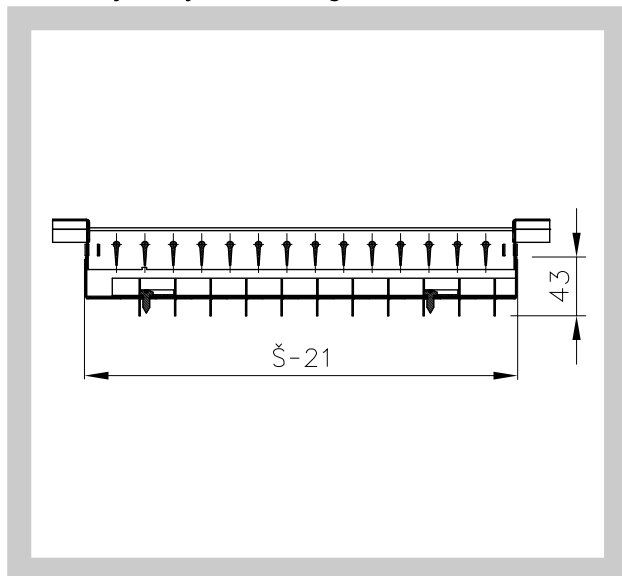
Obr. 11 Vyústka dvouřadá - regulace R2 (poloha zavřeno)



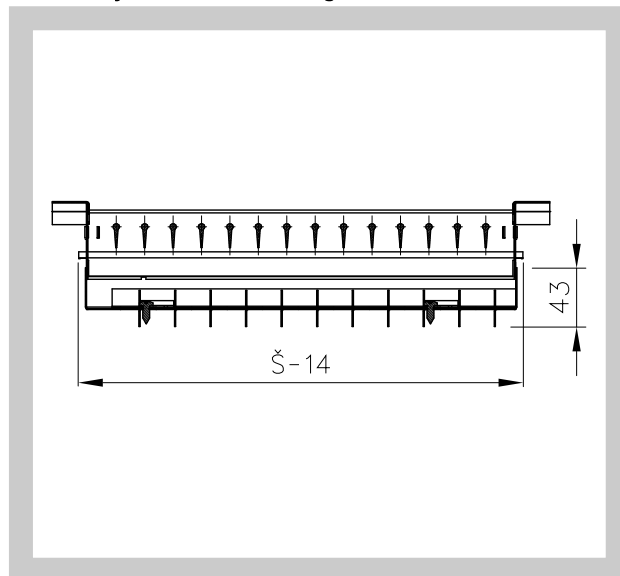
Obr. 12 Vyústka dvouřadá - regulace R2 (poloha otevřeno)



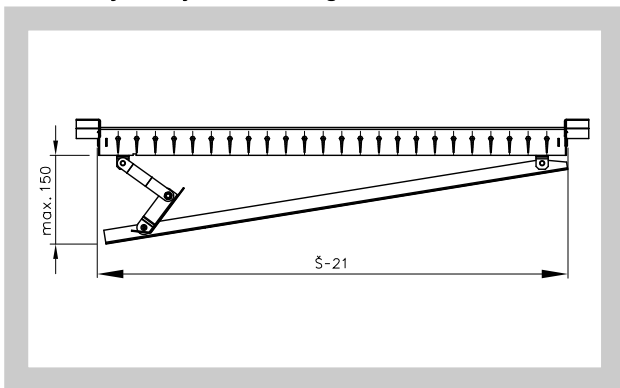
Obr. 13 Vyústka jednořadá - regulace R3



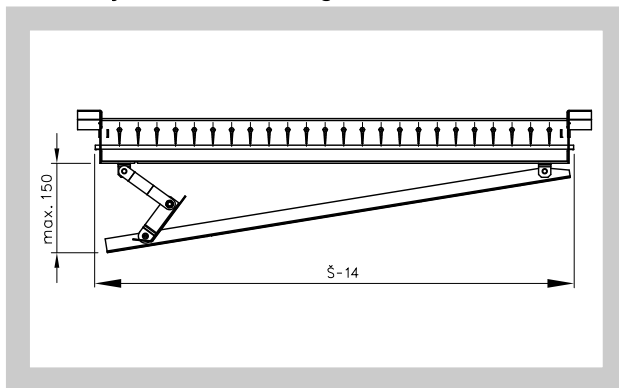
Obr. 14 Vyústka dvouřadá - regulace R3



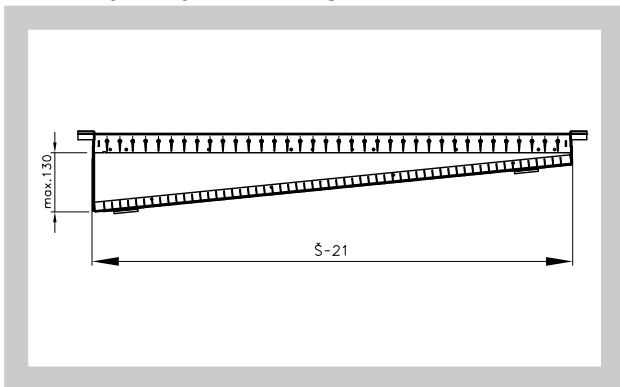
Obr. 15 Vyústka jednořadá - regulace R5



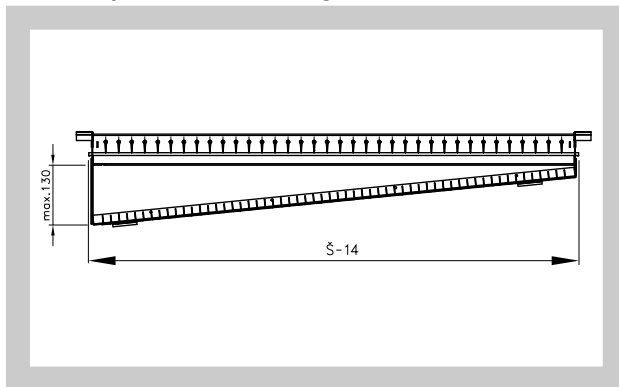
Obr. 16 Vyústka dvouřadá - regulace R5



Obr. 17 Vyústka jednořadá - regulace R6



Obr. 18 Vyústka dvouřadá - regulace R6



3.3. Hmotnosti vyústek

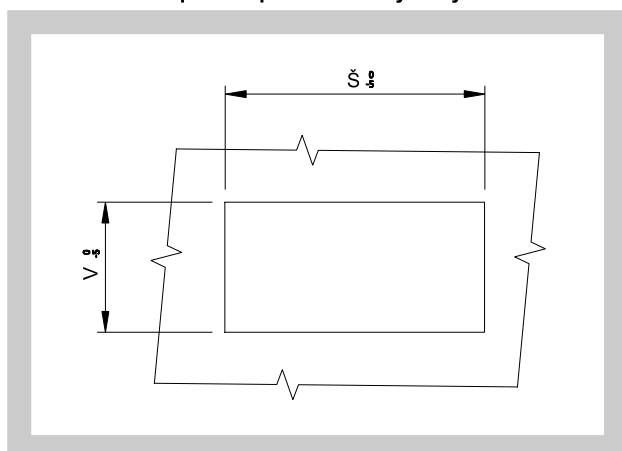
Tab. 3.3.1. Hmotnosti

Jm. rozměr Š x V	Hmotnost [Kg] vyústka				Jm. rozměr Š x V	Hmotnost [Kg] vyústka			
	jednořadá	dvouřadá	jednořadá s R1	dvouřadá s R1		jednořadá	dvouřadá	jednořadá s R1	dvouřadá s R1
225 x 75	0,331	0,462	0,818	0,948	725 x 125	1,141	1,631	2,854	3,351
325 x 75	0,448	0,629	1,120	1,301	825 x 125	1,282	1,909	3,244	3,880
425 x 75	0,571	0,802	1,457	1,681	1025 x 125	1,573	2,338	3,965	4,732
525 x 75	0,687	0,967	1,757	2,033	1225 x 125	1,861	2,771	4,711	5,615
625 x 75	0,812	1,286	2,081	2,412	225 x 225	0,615	0,938	1,491	1,814
725 x 75	0,934	1,309	2,362	2,743	325 x 225	0,801	1,240	1,952	2,390
825 x 75	1,051	1,500	2,699	3,148	425 x 225	0,992	1,546	2,428	2,983
1025 x 75	1,300	1,845	3,318	3,866	525 x 225	1,178	1,841	2,897	3,567
1225 x 75	1,540	2,186	3,952	4,600	625 x 225	1,372	2,155	3,425	4,232
225 x 85	0,353	0,516	0,869	1,002	725 x 225	1,561	2,457	3,863	4,763
325 x 85	0,476	0,699	1,184	1,368	825 x 225	1,750	2,822	4,358	5,433
425 x 85	0,605	0,838	1,517	1,749	1025 x 225	2,135	3,436	5,291	6,596
525 x 85	0,727	1,011	1,836	2,120	1225 x 225	2,513	4,044	6,268	7,804
625 x 85	0,858	1,189	2,185	2,519	225 x 325	0,848	1,302	1,989	2,443
725 x 85	0,986	1,364	2,479	2,863	325 x 325	1,082	1,698	2,336	3,552
825 x 85	1,109	1,561	2,829	3,282	425 x 325	1,321	2,099	2,879	3,915
1025 x 85	1,369	1,922	3,472	4,025	525 x 325	1,554	2,495	3,713	4,653
1225 x 85	1,620	2,273	4,125	4,786	625 x 325	1,796	2,898	4,373	5,475
225 x 125	0,406	0,610	1,039	1,226	725 x 325	2,034	3,293	4,916	6,177
325 x 125	0,563	0,819	1,268	1,657	825 x 325	2,269	3,782	5,518	7,031
425 x 125	0,709	1,033	1,765	2,089	1025 x 325	2,750	4,605	6,663	8,500
525 x 125	0,849	1,241	2,129	2,525	1225 x 325	3,223	5,385	7,919	10,083
625 x 125	0,996	1,456	2,522	2,984					

4. Zabudování a umístění

4.1. Vyústky jsou určeny pro osazení do kruhového potrubí pomocí samořezných šroubů.

Obr. 19 Otvor v potrubí pro osazení vyústky



III. TECHNICKÉ ÚDAJE

5. Výpočtové a určující veličiny

5.1. Efektivní plocha

Tab. 5.1.1. Efektivní plocha

Jm. rozměr	Efektivní plocha S_{ef} [m ²]		Jm. rozměr	Efektivní plocha S_{ef} [m ²]	
	vyústka			vyústka	
Š x V	jednořadá	dvouřadá	Š x V	jednořadá	dvouřadá
225 x 75	0,0079	0,0061	725 x 125	0,0544	0,0415
325 x 75	0,0118	0,0090	825 x 125	0,0621	0,0473
425 x 75	0,0156	0,0119	1025 x 125	0,0775	0,0591
525 x 75	0,0195	0,0149	1225 x 125	0,0929	0,0708
625 x 75	0,0233	0,0178	225 x 225	0,0317	0,0234
725 x 75	0,0271	0,0207	325 x 225	0,0471	0,0347
825 x 75	0,0310	0,0237	425 x 225	0,0625	0,0460
1025 x 75	0,0387	0,0295	525 x 225	0,0779	0,0572
1225 x 75	0,0464	0,0354	625 x 225	0,0933	0,0685
225 x 85	0,0095	0,0077	725 x 225	0,1087	0,0798
325 x 85	0,0141	0,0114	825 x 225	0,1241	0,0910
425 x 85	0,0188	0,0151	1025 x 225	0,1549	0,1135
525 x 85	0,0234	0,0188	1225 x 225	0,1857	0,1360
625 x 85	0,0280	0,0225	225 x 325	0,0476	0,0347
725 x 85	0,0326	0,0262	325 x 325	0,0707	0,0514
825 x 85	0,0372	0,0299	425 x 325	0,0938	0,0680
1025 x 85	0,0465	0,0373	525 x 325	0,1169	0,0847
1225 x 85	0,0557	0,0447	625 x 325	0,1400	0,1013
225 x 125	0,0159	0,0122	725 x 325	0,1631	0,1180
325 x 125	0,0236	0,0180	825 x 325	0,1862	0,1347
425 x 125	0,0313	0,0239	1025 x 325	0,2324	0,1680
525 x 125	0,0390	0,0298	1225 x 325	0,2786	0,2013
625 x 125	0,0467	0,0356			

5.2. Základní parametry

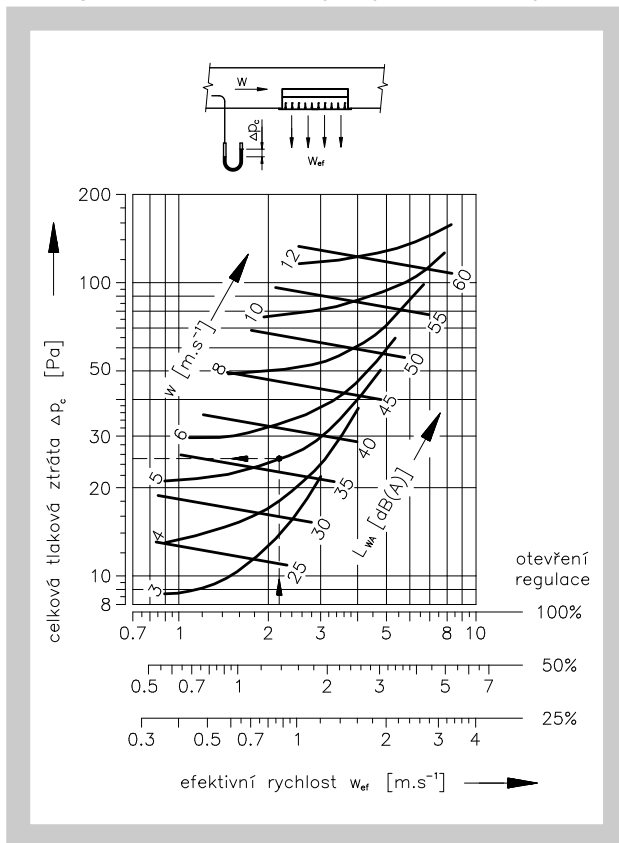
\dot{V}	[m³/h]	objemový průtok vzduchu pro jednu vyústku
S_{ef}	[m²]	efektivní plocha vyústky
Δp_c	[Pa]	celková tlaková ztráta při $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^3$
L_{WA}	[dB(A)]	hladina akustického výkonu
w_{ef}	[m.s ⁻¹]	efektivní rychlost vzduchu ve vyústce
w	[m.s ⁻¹]	rychlost vzduchu v potrubí

Efektivní rychlost w_{ef}

$$w_{ef} [\text{m.s}^{-1}] = (\dot{V} [\text{m}^3.\text{h}^{-1}] / 3600) / S_{ef} [\text{m}^2]$$

5.3. Akustické výkony a tlakové ztráty

Diagram 5.3.1. Akustické výkony a tlakové ztráty



Obr. 18 Příklad

Zadaná data:	Vyústka VNKM 2 - 625 x 125 s regulací R1 pro přívod vzduchu
	$\dot{V} = 280 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$
	$w = 5 \text{ m.s}^{-1}$
Tab. 5.2.1.	$S_{ef} = 0,0356 \text{ m}^2$
Výpočet:	$w_{ef} = \dot{V} / (3600 * S_{ef}) = 2,18 \text{ m.s}^{-1}$
Diagram 5.3.1. :	$L_{WA} = 36 \text{ dB(A)}$
	$\Delta p_c = 25 \text{ Pa}$

IV. MATERIÁL, POVRCHOVÁ ÚPRAVA

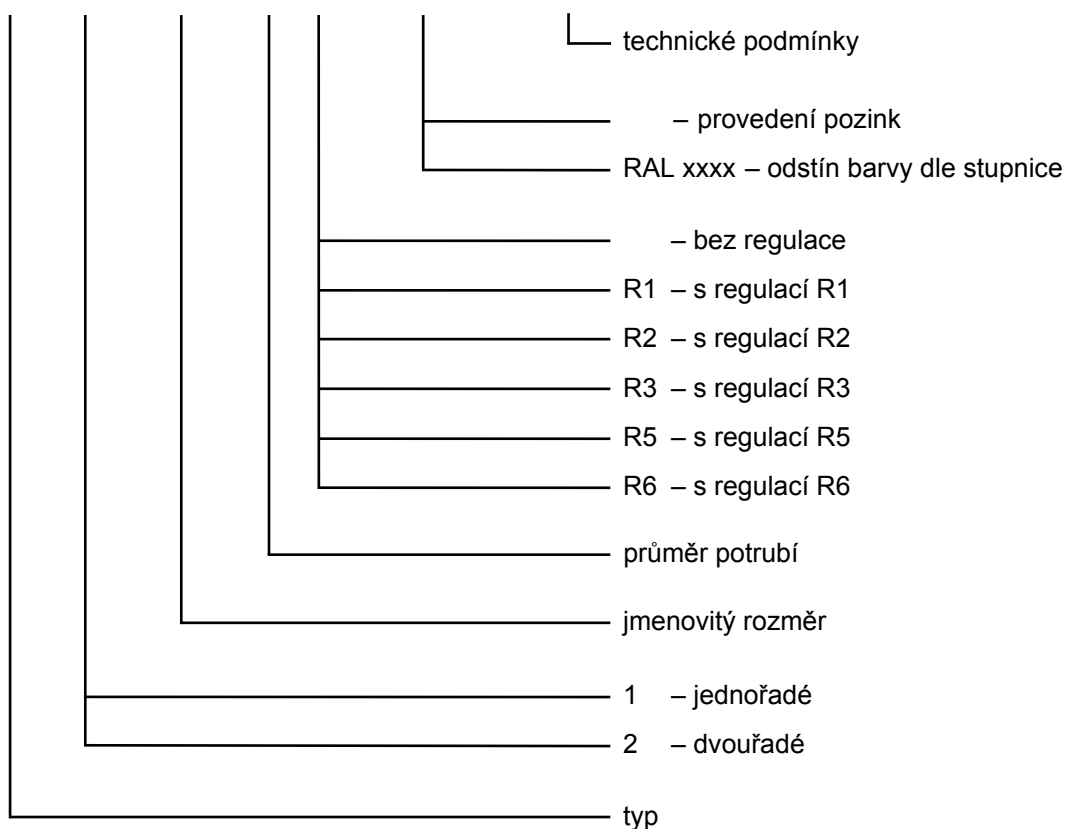
6. Materiál

- 6.1.** Rámy vyústek a regulace jsou vyrobeny z ocelového pozinkovaného plechu. Otočné listy jsou vyrobeny z hliníkových tažených profilů v povrchové úpravě přírodní elox. Na přání zákazníka lze rámy vyústek a otočných listů opatřit vypalovacím lakem v odstínu stupnice RAL. Kolečka a čepy regulace R1 jsou vyrobeny z plastu. Těsnění po obvodu vyústky je z molitanové samolepící pásky.

V. ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU

7. Objednávkový klíč

VNKM 2 625 x 125/400/R1 RAL 9006 TPM 034/04



VI. BALENÍ, DOPRAVA, PŘEJÍMKA, SKLADOVÁNÍ

8. Logistické údaje

- 8.1.** Vyústky jsou baleny jednotlivě v kartonových přířezech obalených smršťovací folií. Přepravují se krytými dopravními prostředky. Po dohodě s odběratelem je možné vyústky přepravovat na paletách. Při manipulaci po dobu dopravy a skladování musí být vyústky chráněny proti mechanickému poškození.
- 8.2.** Nebude-li v objednávce určen způsob přejímky, bude za přejímku považováno předání vyústek dopravci.

- 8.3. Vyústky musí být skladovány v krytých objektech, v prostředí bez agresivních par, plynů a prachu.

9. Záruka

- 9.1. Výrobce poskytuje na vyústky záruku 24 měsíců od data expedice.
- 9.2. Záruka zaniká při použití vyústek pro jiné účely, zařízení a pracovní podmínky než připouští tato norma nebo po mechanickém poškození při manipulaci.
- 9.3. Při poškození vyústek dopravou je nutné sepsat při převězení protokol s dopravcem pro možnost pozdější reklamace.

VII. MONTÁŽ, OBSLUHA, ÚDRŽBA A KONTROLY PROVOZUSCHOPNOSTI

10. Montáž a demontáž

- 10.1. Součástí dodávky vyústek jsou šrouby, krytky a těsnění.
- 10.2. Montáž
- 1) Instalovat vyústku (bez nebo s regulací).
 - 2) Pokud je instalována regulace, vyregulovat průtok vzduchu vyústkou.
 - 3) Nastavit polohu přední, případně zadní řady listů.
- 10.3. Demontáž
- 1) Vyšroubovat šrouby.
 - 2) Vyústku vyjmout (včetně regulace).

MANDÍK, a.s.
Dobříšská 550
26724 Hostomice
Česká republika
Tel.: +420 311 706 706
E-Mail: mandik@mandik.cz
www.mandik.cz

Výrobce si vyhrazuje právo na změny výrobku. Aktuální informace o výrobku jsou uvedeny na
www.mandik.cz



Lindab **Rectangular**

Product overview

For a better climate

Most of us spend the majority of our time indoors. Indoor climate is crucial to how we feel, how productive we are and if we stay healthy.

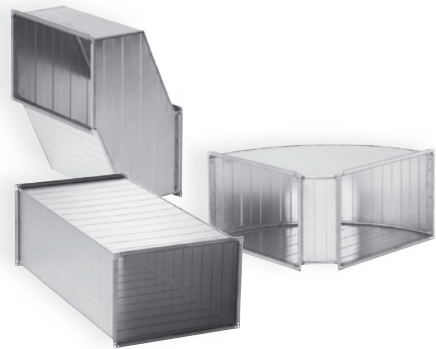
We at Lindab have therefore made it our most important objective to contribute to an indoor climate that improves

people's lives. We do this by developing energy-efficient ventilation solutions and durable building products. We also aim to contribute to a better climate for our planet by working in a way that is sustainable for both people and the environment.

[Lindab | For a better climate](#)

Rectangular duct system

Lindab's rectangular air duct system is a complement to our circular air duct system, [Lindab Safe](#), when space is tight or flows are very large. The rectangular assortment consists of rectangular ducts, fittings, dampers and silencers with dimensions in accordance with EN1505 when not otherwise specified. All fittings and ducts are made of hot-dip galvanized steel sheet. If higher corrosion protection is needed, aluminium zinc, zinc magnesium or stainless steel can be used.



lindQST – Lindab Quick Selection Tool

[lindQST](#) is an advanced web tool that makes the selection of our solutions quick and simple.

With lindQST all documentation is made available directly on the web. That means consultants, installers and architects always have access to the latest documentation, installation instructions and product images etc. lindQST is a unique online tool where you can simulate your room in the Indoor Climate Designer, keep track of your projects and share it with your business partners etc. lindQST provides a simple shortcut to Lindab's material and is a tool that speeds up and simplifies the daily work. All information is just a mouse-click away.



Product overview

Rectangular

Duct



LKR

Bends



LBR



LBXR

S-bend



LBSR

Taper



LDR

End cover



LEPR

Rect-to-round transition



LORU

Collars

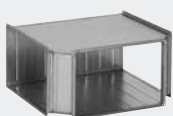


LAR



LPSR

T-piece



LTTR

Rectangular

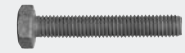
Joint system



LS



M6M



M6S



MC6S



RDR



RDRC



RDRD



RDRW



RDVF



RJBC



RJCL



RJFPC3



RJSM



RJSP

Click on the product for link to detailed technical information, or visit www.lindab.com

Rectangular

Duct access for rectangular duct wall



IPF



LKCR



IPL

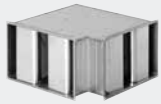


RD

Product overview

Rectangular

Curved silencers

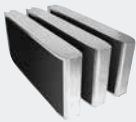


BDLD

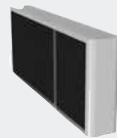


SLRB

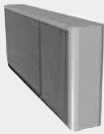
Splitter silencer



SLRA

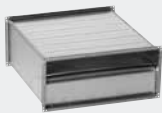


TUNE-A

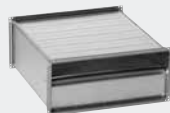


TUNE-PA

Straight low-built silencers



LRLB



LRLS

Rectangular

Straight silencers



DACKA



DACKA-A



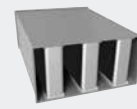
DLD



DLDR



DLDY



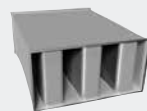
MINKA



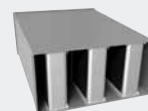
MINKA-A



SLRS



TUNE-PS



TUNE-S

Click on the product for link to detailed technical information and accessories, or visit www.lindab.com

Rectangular

Dampers



LKSR



JSM



JSMM/JSMMU

To view mounting instructions for Rectangular air duct systems with LS-profile, [click here](#).

To view mounting instructions for Rectangular air duct systems with RJFP profile, [click here](#).

>> or visit lindab.com

About rectangular

Some products might differ slightly from country to country. Please contact your local Lindab store for correct information.

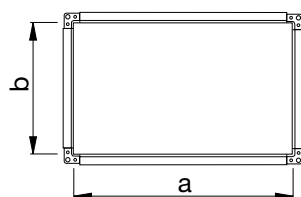
General

The rectangular assortment consists of rectangular ducts, fittings and silencers with dimensions in accordance with EN1505 when not otherwise specified.

All fittings and ducts are made of hot-dip galvanized steel sheet. If higher corrosion protection is needed, aluminum zinc, zinc magnesium or stainless steel can be used.

Dimensions and weights

The “l”-measures given in the tables are the overall installation dimensions of products. The following tolerances apply, depending on duct or fitting dimensions, where a and b are the internal duct or fitting dimensions.



Tolerances for dimensions a and b

when $a + b \leq 1200$: $\begin{matrix} +0 \\ -4 \end{matrix}$ mm

when $a + b > 1200$: $\begin{matrix} +0 \\ -6 \end{matrix}$ mm

Tolerances for “l”-measures ± 5 mm

Hydraulic diameter d_h

The diameter of a circular duct which gives the same pressure drop at the same air velocity as in the rectangular duct.

$$d_h = \frac{4 \cdot Ac}{O} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

Equivalent diameter d_e

The diameter of a circular duct which gives the same pressure drop at the same air flow as in the rectangular duct.

Insulated ducts

Insulated ducts can be made in the following designs:

- Internally condensation and heat insulated
- Internally insulated, clad with solid sheet metal
- Internally insulated, clad with perforated sheet metal
- Internal fire protection insulation 50 and 100 mm

Technical data for standard sizes

Cross-sectional areas, A_c [m²]

b\la	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
100	0,02	0,03	0,03	0,04									
150	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09							
200	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16						
250		0,06	0,08	0,10	0,13	0,15	0,20	0,25					
300			0,09	0,12	0,15	0,18	0,24	0,30	0,36				
400				0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64		
500					0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
600						0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20
800							0,64	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60
1000								1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
1200									1,44	1,68	1,92	2,16	2,40
1400										1,96	2,24	2,52	2,80
1600											2,56	2,88	3,20
1800												3,24	3,60
2000													4,00

$$A_c = a \times b$$

Circumference, O [m]

b\la	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
100	0,6	0,7	0,8	1,0									
150	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5							
200	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0						
250		1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	2,5					
300			1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,6	3,0				
400				1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0		
500					2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0
600						2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2
800							3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6
1000								4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
1200									4,8	5,2	5,6	6,0	6,4
1400										5,6	6,0	6,4	6,8
1600											6,4	6,8	7,2
1800												7,2	7,6
2000													8,0

$$O = 2 \times (a + b)$$

Hydraulic diameter, d_h [mm]

b\la	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
100	133	143	150	160									
150	171	188	200	218	231	240							
200	200	222	240	267	286	300	320						
250		250	273	308	333	353	381	400					
300			300	343	375	400	436	462	480				
400				400	444	480	533	571	600	622	640		
500					500	545	615	667	706	737	762	783	800
600						600	686	750	800	840	873	900	923
800							800	889	960	1018	1067	1108	1143
1000								1000	1091	1167	1231	1286	1333
1200									1200	1292	1371	1440	1500
1400										1400	1493	1575	1647
1600											1600	1694	1778
1800												1800	1895
2000													2000

$$d_h = 4 \times A_c / O = 2 \times a \times b / (a + b)$$

Equivalent diameter, d_e [mm]

b/a	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
100	152	169	183	207									
150	189	210	229	260	287	310							
200	219	244	267	305	337	366	414						
250		274	299	344	381	414	470	518					
300			328	378	421	458	521	575	621				
400				438	489	534	610	675	732	783	829		
500					547	599	688	763	829	888	941	991	1036
600						657	757	842	916	982	1043	1098	1150
800							876	978	1068	1148	1221	1289	1351
1000								1095	1199	1292	1376	1454	1527
1200									1314	1419	1514	1602	1684
1400										1534	1639	1736	1826
1600											1753	1858	1957
1800												1972	2078
2000													2191

$$d_e = 2 \times b \times (\pi^{2-n} \times (1 + a/b)^{1+n} / (a/b)^3)^{1/(n-5)}$$

where $n = 1 / (1,05 \times \log(\text{Re}) - 0,45)$

where $\text{Re} = \text{Reynolds number for air at } 20^\circ\text{C}$

Specific weight, m_l [kg/m]

b/a	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
100	4	5	6	7									
150	5	6	6	8	9	11							
200	6	6	7	8	10	11	15						
250		7	8	9	11	12	16	19					
300			8	10	11	13	16	19	22				
400				11	13	14	18	21	24	27	33		
500					14	15	19	22	25	28	35	38	41
600						17	21	24	27	30	36	40	42
800							25	28	31	34	41	44	45
1000								31	34	37	44	47	49
1200									37	40	47	50	52
1400										43	50	53	55
1600											58	61	62
1800												65	65
2000													69



Most of us spend the majority of our time indoors. Indoor climate is crucial to how we feel, how productive we are and if we stay healthy.

We at Lindab have therefore made it our most important objective to contribute to an indoor climate that improves people's lives. We do this by developing energy-efficient ventilation solutions and durable building products. We also aim to contribute to a better climate for our planet by working in a way that is sustainable for both people and the environment.

[Lindab | For a better climate](#)



Lindab Transfer

system kruhového potrubí pro dopravu vzdušiny s mechanickými příměsemi

Přehled výrobků

Pro lepší klima

Většina lidí stráví velké množství času uvnitř budov. Dobré mikroklima v budovách je důležité pro pocit pohody, produktivní práci i pro naše zdraví.

My ve firmě Lindab jsme proto vnitřní mikroklima v budovách učinili hlavním smyslem naší činnosti.

System Transfer

Transfer je systém rozebíratelného kruhového vzduchotechnického potrubí. Jednotlivé kusy potrubí do průměru 500 mm se spojují rychloupínacími sponami. Potrubí průměru 560 - 900 mm se spojuje pomocí plochých přírub FL s oválnými otvory s možností vložení těsnění. Oba způsoby spojování umožňují rychlou a snadnou montáž i demontáž potrubí. Na vyžádání lze i malé průměry do 500 mm spojovat pomocí FL přírub. Systém vzduchotechnického potrubí Transfer je určen pro přepravu vzdušiny s mechanickými příměsemi. Typickými příklady použití jsou například odtahy vzduchu z dřevoobráběcích provozů, odsávání z plazmových řezaček a řada dalších speciálních aplikací vyžadujících odtah vzduchu pro vytvoření zdravého pracovního prostředí. Systém lze použít i pro komfortní větrání a uplatňuje se také všude tam, kde jsou kromě bezvadného fungování kladeny zvýšené požadavky na estetické provedení a možnost pravidelného čištění potrubí.

Chceme přispívat k vytváření dobrého vnitřního klimatu v budovách. Klimatu, které bude lidem zpříjemňovat život. Dosahujeme toho vývojem energeticky úsporných řešení vzduchotechniky a spolehlivých komponent technických zařízení budov. Naším cílem je rovněž přispívat ke zlepšení klimatu na naší planetě tím, že jsou technologie používané ve výrobě udržitelné jak pro lidi, tak pro životní prostředí.

Lindab | Pro lepší klima



lindQST

nástroj pro rychlý výběr výrobků Lindab

Nástroj pro rychlý výběr výrobků Lindab *lindQST* je pokročilý webový nástroj, který umožňuje snadné a rychlé vyhledání a výběr našich výrobků z oblastí vzduchotechniky a chlazení. Díky *lindQST* je kompletní technická dokumentace trvale dostupná přímo na našich webových stránkách. To znamená, že projektanti, architekti i prováděcí firmy mají kdykoliv přístup k aktuálním informacím, návodům a vyobrazením jednotlivých výrobků. *lindQST* je unikátní on-line nástroj, jehož součástí je také modul Indoor Climate Designer, který umožňuje provádět simulace vnitřního prostředí v místnostech, udržovat si přehled o postupu práce na Vašich projektech a sdílet informace s Vašimi obchodními partnery. *lindQST* je nástroj, díky kterému si snadno najdete cestu k materiálům a produktům Lindab a který usnadňuje a urychluje každodenní práci. Všechny informace jsou na dosah a stačí pouze kliknout myší.



Přehled výrobků

Transfer

Přímé kruhové potrubí



LRTR

SRTR

Posuvné spojky a teleskopické potrubí



ILRTR

PTR

TLTR1



TLTR2

TSRTR

Oblouky



BSFTR

BSTR

BTR

Redukce, přechody, odbočky, rozbočky



RCLTR

TVTR30

XVTR30



YVTR30

Sedlové kusy



PSTR

PSVTR30

Kliknutím na obrázek výrobku se dostanete na stránky s podrobnými informacemi, případně navštivte lindab.com

Transfer

Startovací kusy a koncové krytky



EPTR

ILTR

Přechodové kusy, redukce



LORTR

MFTR

OTR



OUTR

Rychloupínací spony s pryžovým těsněním



MFK

SB

SB1

SB2

Odsávací zákryty



GSTR

SH

Flexibilní potrubí a přechodové tvarovky



OTRTH

THTR

THVTR

Posuvné klapky



SKMTR

SKMTR

Transfer

system vzduchotechnického potrubí s rychloupínacími sponami pro snadnou montáž a rozebírání

Transfer je systém rozebratelného kruhového vzduchotechnického potrubí. Potrubí do průměru 500 mm se spojuje rychloupínacími sponami. Potrubí průměru 560 - 900 mm se spojuje pomocí plochých přírub FL s oválnými otvory s možností vložení těsnění.

Výhody systému Transfer

- Snadné rozebrání spojů potrubí urychluje pravidelné kontroly a čištění.
- Jednoduché provádění kontrol znečištění potrubí.
- Časově nenáročné spojování potrubí bez použití šroubů nebo nýtů.
- Obruby na spojích potrubí jsou pod upínacími sponami dobře chráněny před poškozením.
- Polohu potrubí lze částečně upravovat i po dokončení montáže.
- Snadná montáž.
- Spoje potrubí nemají žádné ostré hrany, spojovací obruby jsou stočené ostrým koncem dovnitř.
- Systém Transfer je vhodný zejména pro transport vzdušiny s mechanickými příměsemi lehkých materiálů (odtah jemných částic).
- Stáčené obruby zajišťují tuhost a přesný kruhový tvar jednotlivých komponent.
- Součástí systému jsou přechodové kusy pro připojení k systému Lindab Safe.
- Nižší tlakové ztráty než systém Lindab Safe.

Použití

Potrubní systém Transfer je vhodný pro:

- Odtah vzduchu s mechanickými příměsemi ze dřevozpracujících provozů jako například pily, tesařské dílny, výroby nábytku a řezbářské dílny.
- Komfortní větrání.
- Systémy odtahů škodlivin z pracovišť pro zajištění zdravého pracovního prostředí.
- Plazmové řezačky.
- Speciálně navržené pro vzduchotechnické systémy s vyššími požadavky na estetiku, barevnost a vzhled.

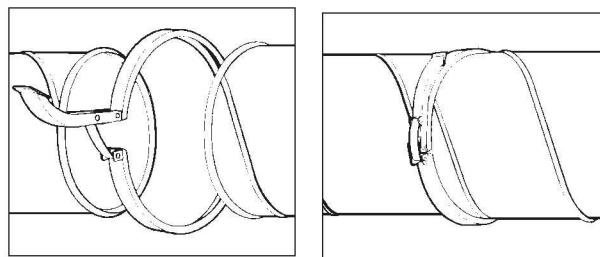
Pro další informace a podporu prosíme kontaktujte Vašeho místního obchodního zástupce Lindab. Rádi Vám poskytneme informace o možnostech využití systému Transfer pro transport vzdušiny s příměsí různých znečišťujících látek i v dalších aplikacích a ve zvláštních provozních podmínkách.

Závěsy

Způsob zavěšení potrubí a vzdálenost závěsů je třeba pečlivě zvážit. Potrubí se nesmí prohýbat a způsob zavěšení musí být vždy zvolen s ohledem na bezpečnost provozu dané aplikace.

Údržba

Potrubní systém Transfer obvykle nevyžaduje údržbu. Je však potřeba provádět pravidelné kontroly otěru a stupně opotřebení vnitřního líce potrubí. Provádění kontrol je díky rychlému rozebrání a opětovnému smontování potrubí snadné.



Nebezpečí výbuchu prachu

V aplikacích, kde se ve vzdušnině dopravují velmi jemné dělené částice materiálu nelze nikdy vyloučit nebezpečí výbuchu nahromaděného prachu.

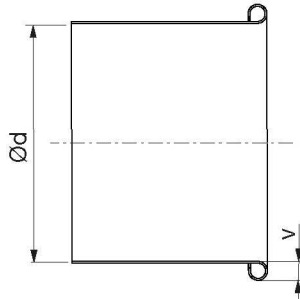
K výbuchu prachu dojde, pokud nastane vznícení kritické koncentrace směsi částic velmi jemně děleného materiálu a vzduchu. Hoření této směsi je natolik intenzivní, že v jeho důsledku dochází k rychlé expanzi a nárůstu tlaku. Nejčastějším zdrojem zapálení je jiskra z elektrostatického výboje. Odtahy prachu a pilin musí být navrženy tak, aby byly zdroje zapálení, ohně a výbuchu co nejvíce eliminovány.

Hlučnost potrubí

V systémech s dopravou vzdušiny obsahující mechanické příměsi a s velkým tlakem v potrubí mohou drobné netěsnosti způsobovat vysokou hlučnost. Při požadavku na nízkou hlučnost systému je proto nutno všechny spoje potrubí zajistit omotáním páskou.

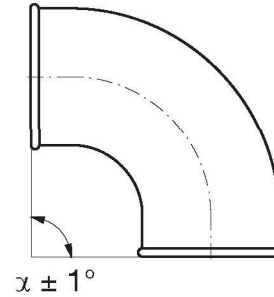
Transfer

Rozměry potrubí a tvarovek



Ød jmenovitý	Ød mm	v mm
80	78	6
100	98	6
125	123	6
140	138	6
150	148	6
160	158	6
180	178	8
200	198	8
224	224	8
250	250	8
300	300	10
315	315	10
350	350	10
400	400	10
450	450	10
500	500	10
560 - 900 mm s přírubami		

Úhlové tolerance



Kliknutím [sem](#) přejdete na montážní pokyny systému Lindab Transfer, případně navštivte www.lindab.com.



Většina z nás stráví velké množství času uvnitř budov. Dobré vnitřní klima v budovách je zásadní, abychom se v nich cítili dobře, byli produktivní a zůstali zdraví.

My ve firmě Lindab jsme proto vnitřní klima v budovách učinili hlavním smyslem naší činnosti. Chceme přispívat k vytváření dobrého vnitřního klimatu v budovách. Klimatu, které bude lidem zpříjemňovat život. Dosahujeme toho vývojem energeticky úsporných řešení vzduchotechniky a spolehlivých komponent technických zařízení budov. Naším cílem je rovněž přispívat ke zlepšení klimatu na naší planetě tím, že technologie používané ve výrobě jsou udržitelné jak pro lidi, tak pro životní prostředí.

[Lindab | Pro lepší klima](#)

Flexible duct

DRATMF



Description

Flexible and spiral folded duct for connection of air terminal unit to ventilation system.

The end studs are equipped with female connectors. Achieves tightness class C.

Available in three nominal lengths, l_{max} : 500, 1000 and 1500 mm.

Is delivered compressed, l_{min} .

The product is type approved according (according to Swedish regulation) to TG 1142:

Reaction to fire, class A1

Tightness class C

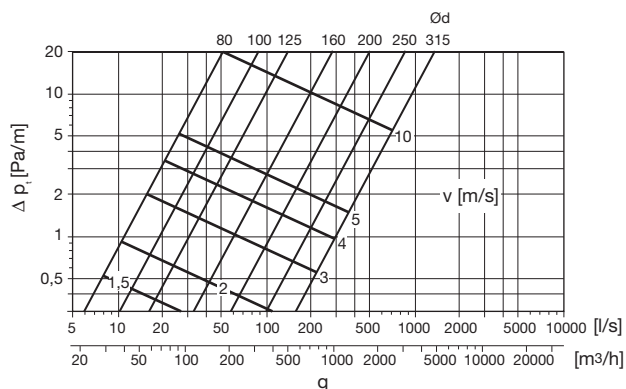
Advantages

- Rapid installation.
- Small storage and transportation volume.

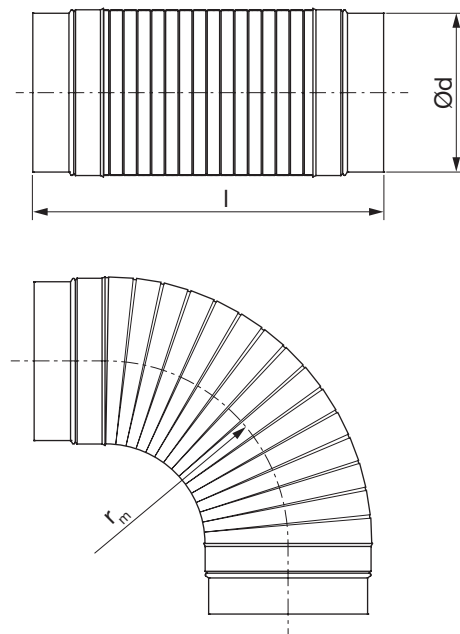
Technical data

Duct material Aluminium
 End stud material Galvanized steel sheet metal
 Maximum temperature 200 °C

Specific pressure drop, straight duct

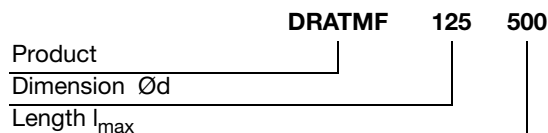


Dimensions



Ød nom	l_{min} mm	l_{max} mm	r_m mm	m kg
80	250	500	88	0,39
80	350	1000	88	0,48
80	550	1500	88	0,61
100	250	500	110	0,50
100	350	1000	110	0,61
100	550	1500	110	0,79
125	250	500	138	0,60
125	350	1000	138	0,76
125	550	1500	138	0,95
160	250	500	176	0,77
160	350	1000	176	1,00
160	550	1500	176	1,24
200	250	500	260	0,96
200	350	1000	260	1,26
200	550	1500	260	1,58
250	280	500	325	1,36
250	380	1000	325	1,68
250	550	1500	325	2,03
315	280	500	408	1,73
315	420	1000	408	2,38
315	550	1500	408	2,67

Ordering example



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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PŘÍLOHA 3- TECHNICKÁ ZPRÁVA

**NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY APARTMÁNOVÉHO
DOMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Vypracoval: Jan Malý

Vedoucí práce: Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.

Obsah

Obsah.....	2
1 Všeobecné parametry a vstupní údaje	4
1.1 Identifikační údaje stavby	4
1.2 Výchozí legislativa.....	4
1.3 Použité programy	4
1.4 Podklady.....	4
1.5 Popis objektu	5
1.6 Návrhové parametry.....	5
2 Vzduchotechnický systém.....	5
2.1 Koncept řešení.....	5
2.2 Apartmánové jednotky.....	6
2.2.1 Stručný popis řešení.....	6
2.2.2 Rozvody.....	8
2.2.3 Distribuční elementy.....	8
2.2.4 Regulace	9
2.2.5 Vzduchotechnická jednotka.....	9
2.3 Hromadná garáž	10
2.3.1 Stručný popis řešení.....	10
2.3.2 Rozvody.....	10
2.3.3 Distribuční elementy.....	10
2.3.4 Vzduchotechnická jednotka.....	10
2.4 Skladovací prostory v 1.PP.....	11
2.4.1 Stručný popis řešení.....	11
2.4.2 Rozvody.....	11
2.4.3 Distribuční elementy.....	11
2.4.4 Vzduchotechnická jednotka.....	12
3 Ostatní.....	12
3.1 Protipožární opatření	12
3.2 Hluk a vibrace	12
3.3 Uvedení do provozu	13
3.4 Údržba a kontrola.....	13

3.5	Požadavky na ostatní profese	13
3.5.1	Stavební požadavky	13
3.5.2	Elektro a MaR	13
3.5.3	Zdravotně technické instalace	14
4	Závěr	14

1 Všeobecné parametry a vstupní údaje

1.1 Identifikační údaje stavby

Název akce: Apartmánový dům – Loučná pod Klínovcem

Účel objektu: Stavba určená k přechodnému bydlení

Umístění objektu: Loučná pod Klínovcem

Datum zpracování: 05/2023

1.2 Výchozí legislativa

- ČSN EN 15665 (127021) Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.
- ČSN EN 15665 (127021) Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov Z1
- ČSN 73 6058- Jednotlivé, řádové a hromadné garáže
- ČESKÁ REPUBLIKA. Č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Nařízení vlády č.272/2011 - NV o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 127010 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení obecná ustanovení Z1
- ČSN 73 0872 (730872) Požární bezpečnost staveb – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

1.3 Použité programy

- Revit 2022 (projekce)
- Doplněk v Revitu DUPLEX od společnosti ATREA (návrh vzduchotechnických jednotek)
- MS Excel (výpočty)
- Contam (analýza vlhkosti)

1.4 Podklady

- Stavebně-architektonické řešení objektu
- Zpracovaná profese ZTI v programu REVIT
- Požadavky na ostatní profese
- Technické listy a doporučení od výrobců zařízení

1.5 Popis objektu

Budova má čtyři nadzemní podlaží, přičemž v každém z nich se nachází čtyři bytové jednotky. Byty jsou dále rozděleny podle velikosti. Dva z nich jako byty typu 2+KK a dva jako 3+KK. Celkem tedy 16 bytových jednotek. Objekt je zakončen šikmou střechou s uzavřeným půdním prostorem, který není využitelný. V apartmánovém domě je také podzemní podlaží, ve kterém se nachází parkovací a skladovací prostory, a také strojovna.

V návrhu budeme uvažovat zaplněnou kapacitu jednotlivých apartmánových jednotek, kdy v apartmánu 3+KK uvažujeme 4 uživatele a v apartmánu 2+KK 3 uživatele. Celkově tedy může být v objektu až 56 uživatelů.

Konstrukční systém je navržen jako kombinovaný prefabrikovaný ze železobetonu. Celková výška objektu je 18,2 m.

1.6 Návrhové parametry

Pro stanovení vnějších a vnitřních teploty byly zvoleny návrhové hodnoty dle normy ČSN 127010 pro oblast Chomutova.

Percentil (procento výskytu)	Teplé období roku			Chladné období roku	
	99,6 %	99 %	98 %	0,4 %	1 %
Teplota venkovního vzduchu [°C]	33,8	32,6	31	-17,3	-15,4
Entalpie venkovního vzduchu [kJ/kg s.v.]	68,5	66	62,8	-	-
Absolutní extrémy	Maximum			Minimum	
Teplota venkovního vzduchu [°C]	37,2			-23,9	
Entalpie venkovního vzduchu [kJ/kg s.v.]	76,5			-23,2	

	interiér		exteriér	
	letní stav	zimní stav	letní stav	zimní stav
vnitřní teplota t [°C]	24	20	33,8	-17,3
relativní vlhkost φ [%]	60	30	40	100
měrná vlhkost int. vzduchu x [g/kg s.v.]	11,5	4,1	12,1	0,8
měrná entalpie h [W/kg s.v.]	53,5	31,2	63,7	-16

2 Vzduchotechnický systém

2.1 Koncept řešení

V objektu jsou řešeny 2 rozdílné vzduchotechnické systémy s vlastními vzduchotechnickými jednotkami. Konkrétně se jedná o větrání apartmánových jednotek a o větrání hromadné garáže. Dále již pouze v rámci funkčního

rozdělení je dále kapitola větrání skladovacích prostor. Obě zmíněné vzduchotechnické jednotky se nachází ve sdílené strojovně v 1.PP.

2.2 Apartmánové jednotky

2.2.1 Stručný popis řešení

System je řešen jako centrální rovnotlaký s regulačními jednotkami ve formě SMART boxu 200 (od společnosti ATREA), které dále upravují vzduch dle požadavků provozu a zajišťují přepínání provozu větrání.

Potřebný objem vzduchu je navržen na základě ČSN EN 15665 Z1, kdy systém v apartmánu může fungovat na 3 různé otáčky. První způsob provozu (*otáčky*) je **nárazové větrání (3. otáčky)**, které vychází přímo ze zmíněné normy a pro odvod vzduchu jsou použity doporučené hodnoty. Přívod vzduchu je určen na základě poměru z druhého způsobu provozu, který je uvažován jako **trvalé větrání (2. otáčky)**. V tomto případě jsou hodnoty přívodu čerstvého vzduchu určeny dle hygienických požadavků na osobu (*konkrétně 25 m³/h*). V pokojích jsou předpokládány 2 osoby, v obývacím pokoji v apartmánu 3+KK 4 osoby a v apartmánu 2+KK 3 osoby. Odvod vzduchu v tomto způsobu provozu je opět stanoven na základě poměru odvodu vzduchu z *nárazového větrání* a přívodu vzduchu v *trvalém větrání*. Posledním způsobem provozu je **minimální větrání (1. otáčky)**, které je vypočtené na základě objemu apartmánu a nejnižší doporučené intenzitě větrání uvedené v normě. Tento způsob je využit v případě toho, že osoby nejsou přítomné v apartmánu a je navrhován právě kvůli aspektu přechodného bydlení.

Čerstvý upravený vzduch je přiváděn do obytných místností distribučními prvky, dále je po apartmánu rozveden pomocí převáděcích otvorů ve formě mřížek ve dveřních křídlech.

Podrobnější postup a vysvětlení návrhu přívodu a odvodu vzduchu je uveden v textové části této bakalářské práce. Níže jsou uvedeny v tabulkách navrhované hodnoty.

Apartmán 3+ KK

ODVOD			PŘÍVOD		
NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÉ (3. OTÁČKY)			NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÉ (3. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka	Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	150	m ³ /h	Pokoj – jih	72,5	m ³ /h
WC	50	m ³ /h	Pokoj – sever	72,5	m ³ /h
Koupelna	90	m ³ /h	Obývací pokoj	145	m ³ /h
Σ	290	m³/h	Σ	290	m³/h

TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	103	m ³ /h
WC	34	m ³ /h
Koupelna	62	m ³ /h
Σ	200	m³/h

TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj – jih	50	m ³ /h
Pokoj – sever	50	m ³ /h
Obývací pokoj	100	m ³ /h
Σ	200	m³/h

MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	7	m ³ /h
WC	2	m ³ /h
Koupelna	4	m ³ /h
Σ	13	m³/h

MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj – jih	3	m ³ /h
Pokoj – sever	3	m ³ /h
Obývací pokoj	6	m ³ /h
Σ	13	m³/h

Apartmán 2+ KK

ODVOD

PŘÍVOD

NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÉ (3. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	150	m ³ /h
WC	50	m ³ /h
Koupelna	90	m ³ /h
Σ	290	m³/h

NÁRAZOVÉ VĚTRÁNÉ (3. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj	116	m ³ /h
Obývací pokoj	174	m ³ /h
Σ	290	m³/h

TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	65	m ³ /h
WC	22	m ³ /h
Koupelna	39	m ³ /h
Σ	125	m³/h

TRVALÉ VĚTRÁNÍ (2. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj	50	m ³ /h
Obývací pokoj	75	m ³ /h
Σ	125	m³/h

MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Kuchyně	13	m ³ /h
WC	4	m ³ /h
Koupelna	8	m ³ /h
Σ	26	m³/h

MINIMÁLNÍ VĚTRÁNÍ (1. OTÁČKY)		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Pokoj	13	m ³ /h
Obývací pokoj	13	m ³ /h
Σ	26	m³/h

2.2.2 Rozvody

Potrubí pro apartmánové jednotky je řešeno jako hranaté, které je vedeno v podhledové konstrukci interiéru. Ta je v rámci celého apartmánu ve stejné výšce. V 1.PP jsou rozvody vedeny volně pod stropní konstrukcí bez podhledové konstrukce. Potrubí bude zavěšeno pomocí hmoždinek a kotevních prvků do betonu, při využití závitových tyčí a nosníků. Konkrétní řešení bude přiloženo dle dodavatele.

Potrubí je od společnosti Lindab, konkrétně potrubí LKR v dimenzích 75x75, 100x75, 100x100, 100x125, 150x125, 175x125, 175x300, 450x300, 550x200, 600x300, 800x200, 870x250 mm.

Distribuční elementy jsou zapojeny pomocí ohebného potrubí. To je navrženo v této práci také od společnosti Lindab typu DRATMF o průměru 100 mm.

Jednotlivé dimenze potrubí jsou vypočteny na základě nárazového větrání a doporučené rychlosti v jednotlivých úsecích. Výpočet je přílohou této práce.

2.2.3 Distribuční elementy

Pro přívod a odvod vzduchu jsou v prostoru apartmánu navrženy talířové ventily společnosti MANDÍK. U odvodních se konkrétně jedná o talířové ventily TVOM 100 a TVOM 125 MANDÍK. U přívodních o talířové ventily TVPM 100 a TVPM 125 MANDÍK. Distribuční elementy jsou navrženy dle technických listů výrobce s podmínkami, které jsou uvedené v textové části práce. Dále jsou prvky napojeny pomocí flexi potrubí.

V obývacím pokoji a kuchyni se nachází také cirkulační digestoř BOSCH DBB97AM60, která čistí vzduch od škodlivin vzniklých při vaření. Pro odvod vzduchu ale slouží vzduchotechnický systém, kdy talířový ventil se nachází ve vzdálenosti 500 mm od sporáku. Nutné je také zmínit, že je uvažován z hlediska produkce spalin a škodlivin sporák s indukční deskou a nikoli plynový.

Vzduch je přiváděn do obytných místností, ze kterých je dále po apartmánu šířen za pomoci převáděcích otvorů. Bližší postup návrhu je uveden v textové části. Konkrétně se využívají 2 typy mřížek, a to velikosti 400x100 mm a 500x200 mm.

2.2.4 Regulace

K regulaci objemového průtoku vzduchu v apartmánových jednotkách je jako regulační prvek navržen SMART box 200, který dispozičně je řešen separátně. Dále je nutné nastavit v systému řešení zónování a jednotlivé navržené otáčky, které jsou řešeny na základě dalších komponentů, které je třeba zapojit do prvku. Konkrétně se jedná o signály z místnosti s WC (*spínače společně s osvětlením*), z čidla CO₂ ADS CO2-24 umístěné v pokojích a obývacím pokoji a čidla relativní vlhkosti ADS RH 24. Dále je SMART box vybaven elektrickým ohřívačem EPO-V pro ohřev přívodního vzduchu. K funkci prvku je nutné umístit rozvodnici, která obsahuje regulační modul, jenž zajišťuje řízení celého SMART boxu. Pro zajištění vzdálené správy celého systému je nutné SMART box připojit ke komunikační síti (*ethernet*). Router poté připojuje celý systém k internetu, a tedy k ATREA connect serveru pro pozdější vzdálený přístup a správu. Dále je nutné dodržet instalační zásady zmíněné v technickém listu.

Na chodbě bude také umístěn digitální ovladač CP Touch, který umožňuje nastavení všech režimů s detailním zobrazením stavu a také indikace poruch. Ovladač bude sloužit pro běžné uživatelské funkce, ale také pro právě zmíněné přepínání navržených otáček. Pro další správu uživateli je možné použít mobilní aplikaci.

2.2.5 Vzduchotechnická jednotka

Pro větrání apartmánových jednotek byla zvolena jednotka DUPLEX 5500 Multi Eco-V společnosti ATREA, která se nachází ve strojovně 1.PP. Je navržena jako rovnotlaká na průtok vzduchu 4 700 m³/h. Jednotka je vybavena vestavěným vodním ohřívačem T 5500 3R s výkonem 3,37 kW a vodním chladičem W 5500 5R s výkonem 19,5 kW. Dále kazetovými filtry ePM1 55 % (F7) a ePM10 50 % (M5). V jednotce je také rekuperační výměník S7.C s účinností 90,1 % a výkonem 46,9 kW. Přívodní a odvodní ventilátor je typu Me.116.EC3 (400 V, EC), kdy přívodní má výkon 2,3 kW a odvodní 2,2 kW. Jednotka splňuje ErP požadavek z roku 2016 a 2018. Pro zabránění přenosu hluku a vibrací je jednotka vybavena pryžovými podložkami.

Čerstvý vzduch do jednotky je nasáván z jižní části objektu ventilační mřížkou a veden přívodním hranatým potrubím až do jednotky. Výfukový odpadní vzduch je veden mimo objekt směrem na východní stranu, kdy je vypouštěn do exteriéru přes výfukovou hlavici ve vzdálenosti 6 m od objektu.

2.3 Hromadná garáž

2.3.1 Stručný popis řešení

Jedná se o samoobslužnou garáž, která je jednopodlažní a celkem je k dispozici 11 parkovacích míst pro osobní automobily, které nevyužívají plynná paliva. Nutný objemový průtok je podrobně řešen v textové části této práce, kdy celková hodnota odvodu vzduchu byla zjištěna na hodnotu 360 m³/h a dále se dle normy uvažuje, že přívod vzduchu by měla být o 10 až 20 % nižší pro zajištění mírného podtlaku v prostoru, konkrétně tedy objemový průtok je navržen na 300 m³/h.

2.3.2 Rozvody

Potrubí pro hromadnou garáž je řešeno za pomoci SPIRO potrubí, které je volně vedeno pod stropní konstrukcí. Jednotlivé dimenze jsou vypočteny na základě doporučených rychlostí v jednotlivých úsecích.

Potrubí je od společnosti Lindab, konkrétně SRTR Spiro trouba transfer, kdy jsou použité v dimenzích o průměru 100, 125, 140 a 150 mm.

Potrubí bude zavěšeno pomocí hmoždinek a kotevních prvků do betonu, při využití závitových tyčí a nosníků. Konkrétní řešení bude přiloženo dle výrobce.

2.3.3 Distribuční elementy

Pro odvod a přívod vzduchu v prostoru jsou využity vyústky pro kruhové potrubí VNKM společnosti MANDÍK velikosti 325x75 mm, které jsou opět podrobně navrženy dle technického listu ve textové části práce.

2.3.4 Vzduchotechnická jednotka

Pro větrání garážového prostoru je zvolena jednotka DUPLEX 500 Multi společnosti ATREA, která se nachází také ve strojovně v 1. PP. Objemový průtok čerstvého vzduchu je uvažován na hodnotu 300 m³/h a odvod na hodnotu 360 m³/h. Jednotka je vybavena vestavěným vodním ohřívačem T 500 2R s výkonem 0,27 kW a vodním chladičem W 500 3R s výkonem 1,1 kW. Dále kazetovými filtry Coarse 90 % (G4) a Coarse 90 % (G4). V jednotce je také rekuperační výměník S3.B s účinností 90,9 % a výkonem 3 kW. Přívodní a odvodní ventilátor je typu Me.106.EC1 (230 V, EC), kdy přívodní má výkon 0,045 kW a odvodní 0,051 kW. Jednotka splňuje ErP požadavek z roku 2016 a 2018. Pro zabránění přenosu hluku a vibrací je jednotka vybavena pryžovými podložkami.

Obdobně jako v případě jednotky pro apartmánové jednotky je čerstvý vzduch do jednotky nasáván přes ventilační mřížku z jižní části objektu a veden přívodním hranatým potrubím až do jednotky. Výfukový odpadní vzduch je veden mimo objekt směrem na východní stranu, kdy je vypouštěn do exteriéru přes výfukovou hlavici ve vzdálenosti 6 m od objektu.

2.4 Skladovací prostory v 1.PP

2.4.1 Stručný popis řešení

Do skladovacích prostor je řešen přívod vzduchu do jednotlivých prostor a společný odvod vzduchu z chodby, kdy provozy jsou propojeny pomocí převáděcích otvorů. Provoz má konstantní hodnotu přívodu a odvodu vzduchu vypočtené na základě zvolené intenzity větrání vycházející z minimální přípustné dle normy. Níže v tabulce jsou zobrazeny navrhované hodnoty objemových průtoků pro jednotlivé místnosti.

ODVOD

VĚTRÁNÍ SKLADŮ		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Společný z chodby	34	m ³ /h
Σ	34	m³/h

PŘÍVOD

VĚTRÁNÍ SKLADŮ		
Místnost	Hodnota	Jednotka
Sklad – spodní, pravý	9	m ³ /h
Sklad – spodní, levý	9	m ³ /h
Sklad – horní, pravý	9	m ³ /h
Sklad – horní, levý	9	m ³ /h
Σ	34	m³/h

2.4.2 Rozvody

Potrubí je řešeno jako hranaté, které je ve skladovacích prostorech vedeno v podhledové konstrukci. V oblasti garáže je vedeno volně pod stropní konstrukcí. Potrubí je od společnosti Lindab, konkrétně potrubí LKR v dimenzích 75x75 mm

Distribuční elementy jsou zapojeny pomocí ohebného potrubí. To je navrženo v této práci také od společnosti Lindab typu DRATMF o průměru 80 mm.

2.4.3 Distribuční elementy

Pro přívod a odvod vzduchu jsou ve skladovacích prostorech navrženy talířové ventily společnosti MANDÍK. Jako odvodní distribuční element je navrhnout talířový ventil TVOM 80 MANDÍK a pro přívod vzduchu jsou navrženy přívodní talířové ventily TVPM 80 MANDÍK.

2.4.4 Vzduchotechnická jednotka

System sdílí stejnou vzduchotechnickou jednotku, jako jednotka pro apartmánové jednotky viz *kapitola 2.2.4*.

3 Ostatní

3.1 Protipožární opatření

Jednotlivá stoupací potrubí jsou vedena v šachtách, které tvoří samostatné požární úseky a budou opatřeny protipožární izolací z kamenné vlny. Použité požární izolace musí splňovat dostatečnou požární odolnost, které budou řešeny v rámci požární bezpečnosti stavby a je nutné použít ucelený a certifikovaný systém.

Prostor společné chodby v apartmánovém domě a schodišťový prostor v 1. PP je definován jako CHÚC A, kdy v případě požáru jsou okna ve schodišťovém prostoru ovládána automaticky přes lokální detekci.

Požární větrání v hromadné garáži není v této práci podrobněji řešeno.

Prostupy potrubí požárně dělícími konstrukcemi budou opatřeny požárními klapkami v rámci řešení požárně bezpečnostního řešení stavby. Do potrubí jsou osazena požární čidla, která uzavřou protipožární klapky. Návrh musí odpovídat normě ČSN 73 0872. V úsecích mezi šachtou a apartmány kvůli vyhovující podmínce plochy potrubí do 40 000 mm² klapky umístěny být nemusí.

3.2 Hluk a vibrace

Potrubí je napojeno na vzduchotechnické jednotky přes pružnou manžetu. Uložení jednotek je přes tlumící pryžové podložky. Zavěšené potrubí je připevněno závěsy ke stropní konstrukci, které mají pružnou výstelku. Pro eliminaci šíření hluku v rámci apartmánových jednotek jsou navrženy nižší návrhové hodnoty rychlosti proudění vzduchu potrubím a dále jsou také ověřeny koncové rychlosti v rámci distribučních prvků, které jsou napojeny na flexi potrubí. Důležité je také omezit šíření hluku a vibrace SMART boxu umístěného v obývacím pokoji společně s kuchyní, který umístíme na pružnou podložku a uvažujeme zmíněné nižší rychlosti proudění v apartmánové jednotce.

Projekt splňuje hygienické požadavky dle nařízení vlády č.272/2011 a nepřesahují limitní maximální hodnoty. Podrobněji nejsou protihluková opatření v této práci řešena.

3.3 Uvedení do provozu

Je nutné u zařízení při uvedení do provozu provést regulaci a nastavení požadovaných parametrů příslušnou osobou na základě technických a montážních listů daných výrobcem. Výstupem je tedy zprovoznění zařízení, ale také protokoly o naměřených hodnotách a regulace. Po zkušebním provozu je vhodné provést zaškolení investora ohledně provozu jednotek ze kterého se zpracuje protokol. Na závěr se zařízení uvede do provozu.

3.4 Údržba a kontrola

Je důležité, aby obsluhu a údržbu vzduchotechnického systému byla provedena pouze osobami školenými v této oblasti v rámci příslušného dodavatele. V tomto případě společností ATREA.

V rámci údržby je třeba například obnovovat ochranné a bezpečnostní nátěry, udržovat mechanismy, kontrolovat regulaci, filtry a výměníky.

3.5 Požadavky na ostatní profese

3.5.1 Stavební požadavky

- Zhotovit prostupy ve stavebních konstrukcích
- Realizovat podhledy
- Osadit dveřní mřížky (*převáděcí otvory*)
- Ověření únosnosti stropní konstrukce na zatížení od zavěšení vzduchotechnických rozvodů
- Revizní dvířka v prostoru koupelny a obývacího pokoje pro obsluhu a kontrolu SMART boxu

3.5.2 Elektro a MaR

- Zapojení vzduchotechnické jednotky
- Propojení regulace a zajistit kabeláž u SMART boxů (komunikační síť, zapojení rozvodnice)
- Realizace spínačů osvětlení pro regulaci
- Ovládání zařízení
- Uzemnění kovových částí rozvodů potrubí

3.5.3 Zdravotně technické instalace

- Odvod kondenzátu ze vzduchotechnických jednotek

4 Závěr

Projekt byl zpracován dle současně platných norem. Veškeré součásti vzduchotechnického systému budou realizovány odbornými pracovníky v souladu s požadavky od výrobců. Pro správný provoz systému bude zpracovaný provozní předpis, který není součástí této dokumentace. Součástí závěrečné dodávky a montáže bude také dokumentace skutečného stavu, která bude obsahovat počáteční nastavení a konfiguraci systému, komplexní zkoušky, zaškolení obsluhy a příslušnou technickou dokumentaci s návody k obsluze.

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PŘÍLOHA 4- VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

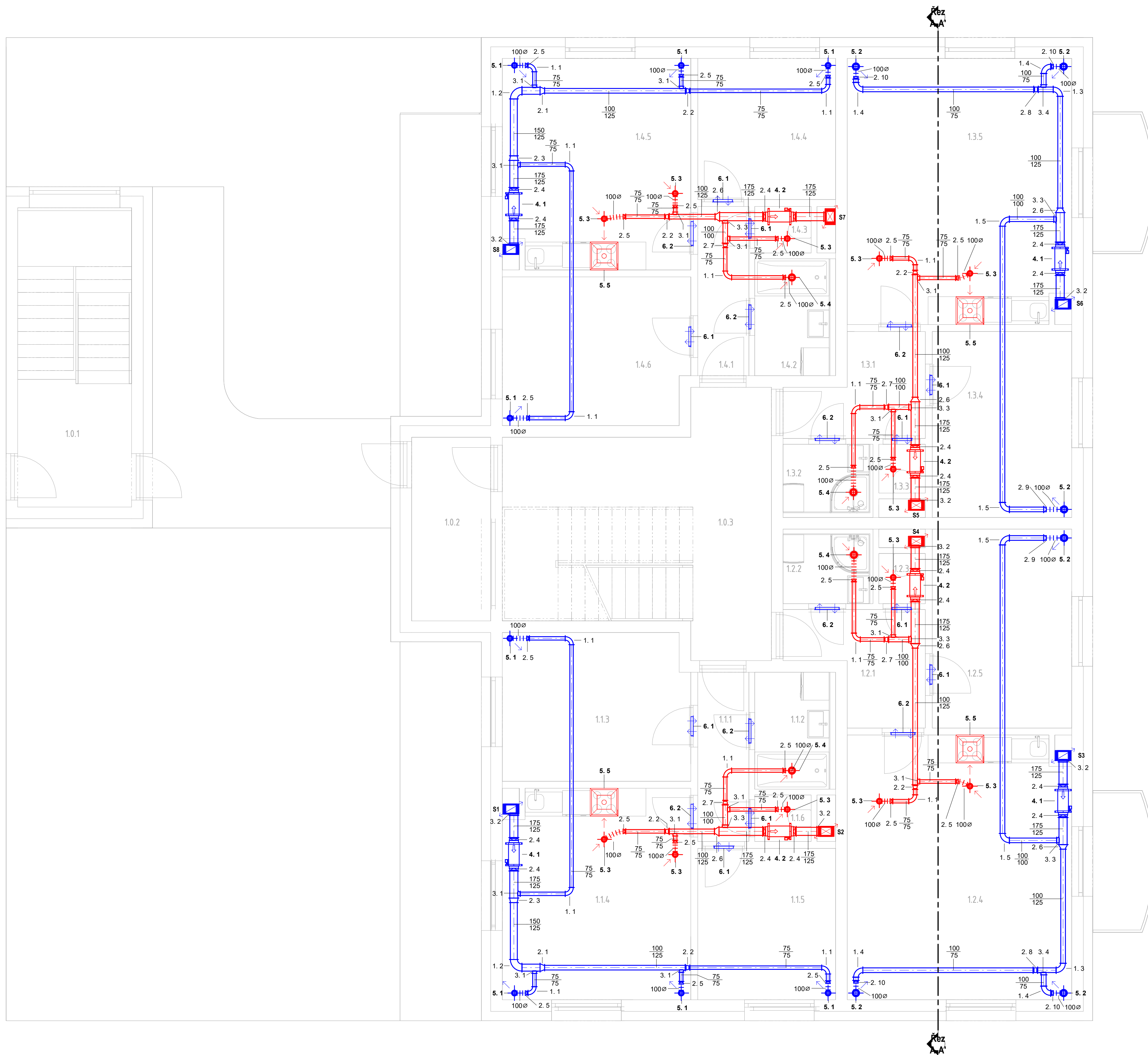
**NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY APARTMÁNOVÉHO
DOMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

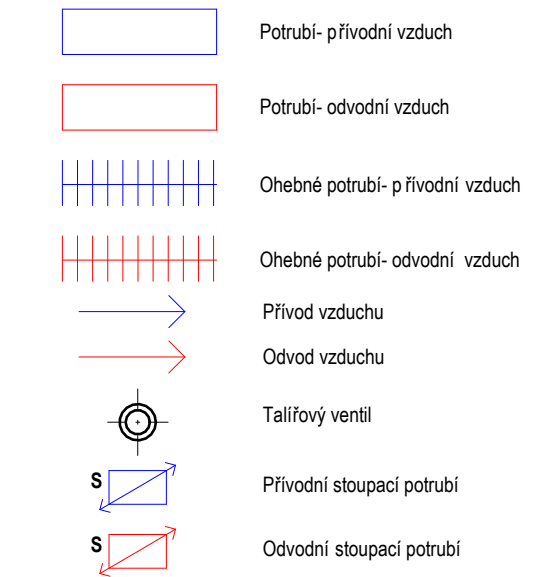
Vypracoval: Jan Malý

Vedoucí práce: Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.



Číslo	Název místnosti	Plocha [m²]
1.0.1	Schodiště	16
1.0.2	Závěří	7
1.0.3	Chodba	26
1.1.1	Chodba	4
1.1.2	Koupelna	4
1.1.3	Pokoj 2	13
1.1.4	Obývací pokoj + KK	18
1.1.5	Pokoj 1	10
1.1.6	WC	1
1.2.1	Chodba	6
1.2.2	Koupelna	3
1.2.3	WC	1
1.2.4	Obývací pokoj + KK	27
1.2.5	Pokoj	13
1.3.1	Chodba	5
1.3.2	Koupelna	3
1.3.3	WC	1
1.3.4	Pokoj	12
1.3.5	Obývací pokoj + KK	27
1.4.1	Chodba	4
1.4.2	Koupelna	4
1.4.3	WC	1
1.4.4	Pokoj 1	9
1.4.5	Obývací pokoj + KK	18
1.4.6	Pokoj 2	13

LEGENDA:



POZNÁMKY

Hotnoty přívodu a odvodu vzduchu z distribučních prvků jsou vypsány v technické zprávě.

Výkaz tvarovek potrubí 1.NP

Označení typu	Označení	Rodina a typ	Velikost	Počet
1	1	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	75x75-75x75	14
1	2	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	150x125-150x125	2
1	3	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	100x125-100x125	2
1	4	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	100x75-100x75	4
1	5	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	100x100-100x100	4
2	1	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	150x125-100x125	2
2	2	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	100x75-75x75	6
2	3	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x125-150x125	2
2	4	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	200ø-175x125	15
2	5	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	100ø-75x75	24
2	6	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x125-100x125	6
2	7	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	100x100-75x75	4
2	8	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	100x125-100x75	2
2	9	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	100x100-100ø	2
2	10	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	100ø-100x75	4
2	22	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x300-175x225	8
3	1	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	75x75-75x75	14
3	2	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	125x175-125x175	7
3	3	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	100x100-100x100	6
3	4	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	100x75-100x75	2

Výkaz výustek vzduchotechniky 1.NP

Označení typu	Komentáře	Rodina	Velikost	Počet
5	1	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	100ø	8
5	2	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	125ø	6
5	3	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	100ø	12
5	4	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	125ø	4
5	5	Cirkulační digestoř	150ø	4
6	1	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	400x100	10
6	2	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	500x200	8

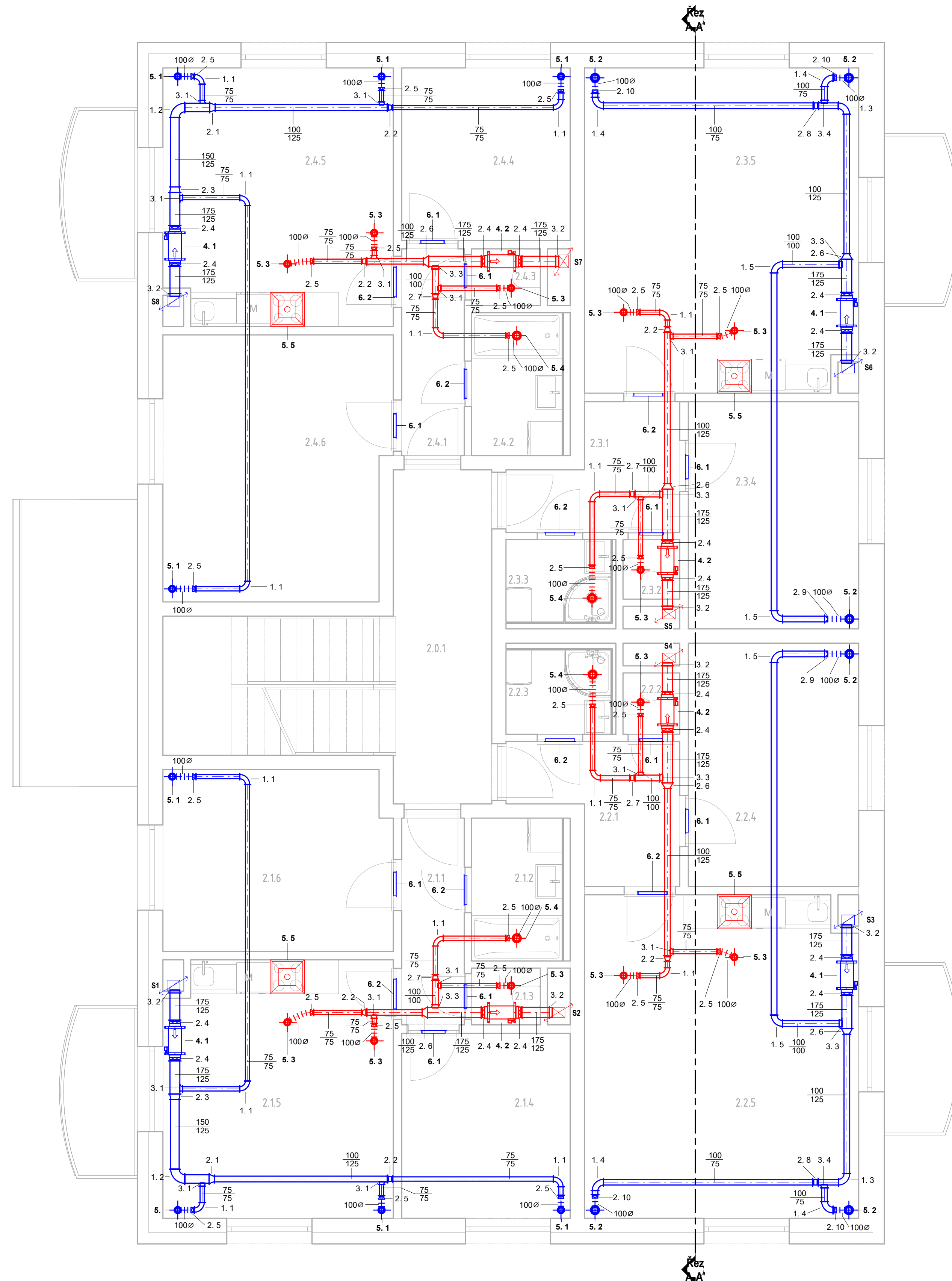
Výkaz potrubí hranatého a ovalného 1.NP

Rodina a typ	Velikost	Délka	Plocha
Hranaté potrubí: T spoj	175x300	13,5 m	12,846 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	75x75	35,5 m	10,637 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x75	8,0 m	2,784 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x100	17,3 m	6,924 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x125	19,1 m	8,616 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	150x125	3,2 m	1,771 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x125	9,8 m	5,887 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x300	14,4 m	13,692 m²

Výkaz mechanického zařízení 1.NP

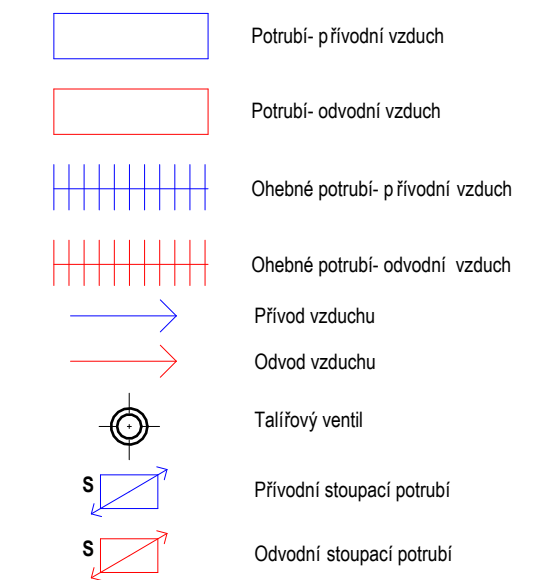
Označení typu	Označení	Rodina	Počet
4	1	SMART box 200 (přívod)	4
4	2	SMART box 200 (odvod)	4

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/05/23
Název výkresu Půdorys 1.NP	Měřítko 1:50	Č.v. 1



Číslo	Název místnosti	Plocha [m²]
2.0.1	Chodba	20
2.1.1	Chodba	4
2.1.2	Koupelna	4
2.1.3	WC	1
2.1.4	Pokoj 1	10
2.1.5	Obyvací pokoj + KK	18
2.1.6	Pokoj 2	13
2.2.1	Chodba	6
2.2.2	WC	1
2.2.3	Koupelna	3
2.2.4	Pokoj 1	13
2.2.5	Obyvací pokoj + KK	27
2.3.1	Chodba	5
2.3.2	WC	1
2.3.3	Koupelna	3
2.3.4	Pokoj	12
2.3.5	Obyvací pokoj + KK	27
2.4.1	Chodba	4
2.4.2	Koupelna	4
2.4.3	WC	1
2.4.4	Pokoj 1	9
2.4.5	Obyvací pokoj + KK	18
2.4.6	Pokoj 2	18

LEGENDA:



POZNÁMKY

Hodnoty přívodu a odvodu vzduchu z distribučních prvků jsou vypsány v technické zprávě.

Výkaz tvarovek potrubí 2.NP

Označení typu	Označení	Rodina a typ	Velikost	Počet
1	1	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	75x75-75x75	14
1	2	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	150x125-150x125	2
1	3	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	100x125-100x125	2
1	4	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	100x75-100x75	4
1	5	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	100x100-100x100	4
2	1	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	150x125-100x125	2
2	2	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	100x125-75x75	6
2	3	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x125-150x125	2
2	4	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	200ø-175x125	15
2	5	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	100ø-75x75	24
2	6	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x125-100x125	6
2	7	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	100x100-75x75	4
2	8	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	100x125-100x75	2
2	9	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	100x100-100ø	2
2	10	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	100ø-100x75	4
2	23	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x225-150x175	5
2	31	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x225-150x175	2
2	32	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x225-175x150	1
3	1	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	75x75-75x75	14
3	2	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	125x175-125x175	8
3	3	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	100x100-100x100	6
3	4	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	100x75-100x75	2

Výkaz výustek vzduchotechniky 2.NP

Označení typu	Komentáře	Rodina	Velikost	Počet
5	1	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	100ø	7
5	2	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	125ø	6
5	3	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	100ø	12
5	4	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	125ø	4
5	5	Cirkulační digestoř	150ø	4
6	1	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	400x100	10
6	2	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	500x200	8

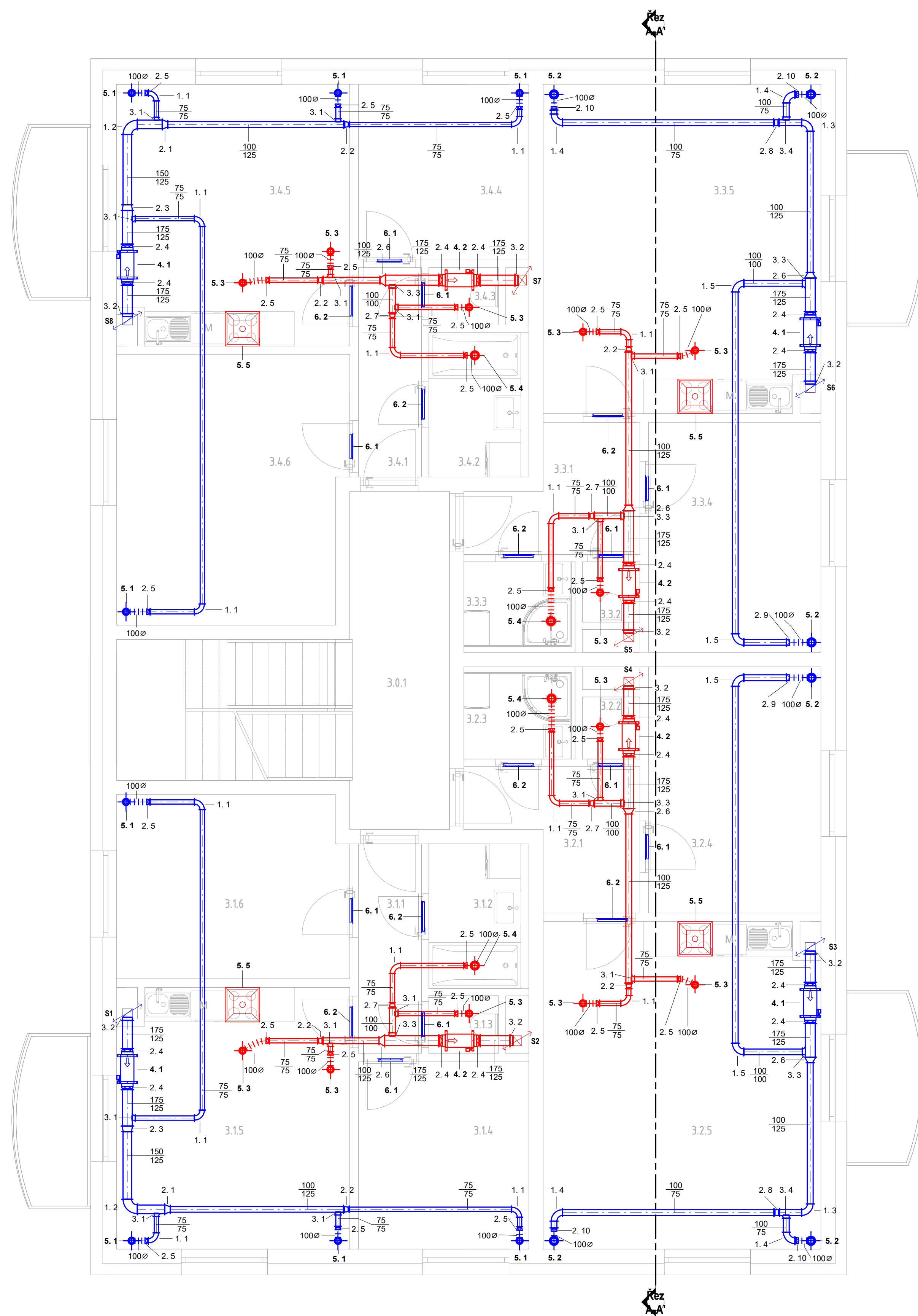
Výkaz potrubí hranatého a ovalného 2.NP

Rodina a typ	Velikost	Délka	Plocha
Hranaté potrubí: T spoj	175x225	13,4	10,692 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	75x75	36,9	11,075 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x75	8,0	2,796 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x100	17,3	6,931 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x125	19,2	8,654 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	150x125	3,3	1,818 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x125	9,8	5,902 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x225	13,4	10,685 m²

Výkaz mechanického zařízení 2.NP

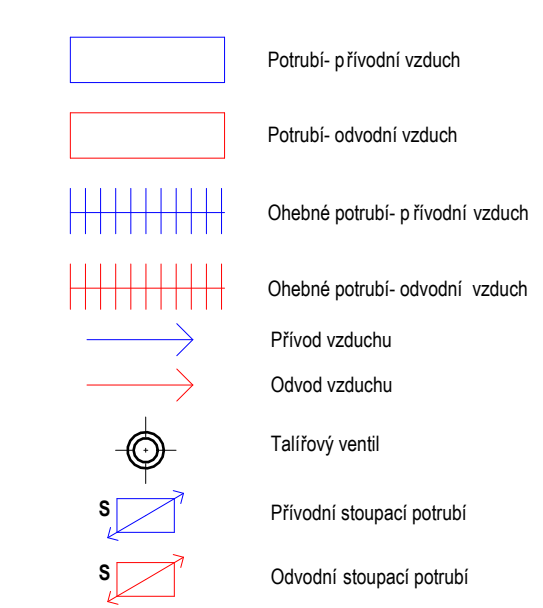
Označení typu	Označení	Rodina	Počet
4	1	SMART box 200 (přívod)	4
4	2	SMART box 200 (odvod)	4

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/06/23
Název výkresu Půdorys 2.NP	Měřítko 1:50	Č.v. 2



Číslo	Název místnosti	Plocha [m²]
3.0.1	Chodba	20
3.1.1	Chodba	4
3.1.2	Koupelna	4
3.1.3	WC	1
3.1.4	Pokoj 1	10
3.1.5	Obyvací pokoj + KK	18
3.1.6	Pokoj 2	13
3.2.1	Chodba	6
3.2.2	WC	1
3.2.3	Koupelna	3
3.2.4	Pokoj 1	13
3.2.5	Obyvací pokoj + KK	27
3.3.1	Chodba	5
3.3.2	WC	1
3.3.3	Koupelna	3
3.3.4	Pokoj 1	12
3.3.5	Obyvací pokoj + KK	27
3.4.1	Chodba	4
3.4.2	Koupelna	4
3.4.3	WC	1
3.4.4	Pokoj 1	9
3.4.5	Obyvací pokoj + KK	18
3.4.6	Pokoj 2	18

LEGENDA:



POZNÁMKY

Hodnoty přívodu a odvodu vzduchu z distribučních prvků jsou vypsány v technické zprávě.

Výkaz tvarovek potrubí 3.NP

Označení typu	Označení	Rodina a typ	Velikost	Počet
1	1	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	75x75-75x75	14
1	2	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	150x125-150x125	2
1	3	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	100x125-100x125	2
1	4	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	100x75-100x75	4
1	5	Hranaté_Oblouk: Hranaté_Oblouk	100x100-100x100	4
2	1	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	150x125-100x125	2
2	2	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	100x125-75x75	6
2	3	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x125-150x125	2
2	4	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	200ø-175x125	16
2	5	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	100ø-75x75	24
2	6	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x125-100x125	6
2	7	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	100x100-75x75	4
2	8	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	100x125-100x75	2
2	9	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	100x100-100ø	2
2	10	Hranaté_Přechod na kruhové: Hranaté_Přechod na kruhové	100ø-100x75	4
2	24	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	150x175-75x175	1
2	25	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	150x175-75x175	5
2	26	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	150x175-175x75	1
2	27	Hranaté_Přechod: Hranaté_Přechod	175x150-175x75	1
3	1	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	75x75-75x75	14
3	2	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	125x175-125x175	8
3	3	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	100x100-100x100	6
3	4	Hranaté_Nástavec: Hranaté_Nástavec	100x75-100x75	2

Výkaz výustek vzduchotechniky 3.NP

Označení typu	Komentáře	Rodina	Velikost	Počet
5	1	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	100ø	8
5	2	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	125ø	6
5	3	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	100ø	12
5	4	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	125ø	4
5	5	Cirkulační digestoř	150ø	4
6	1	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	400x100	10
6	2	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	500x200	8

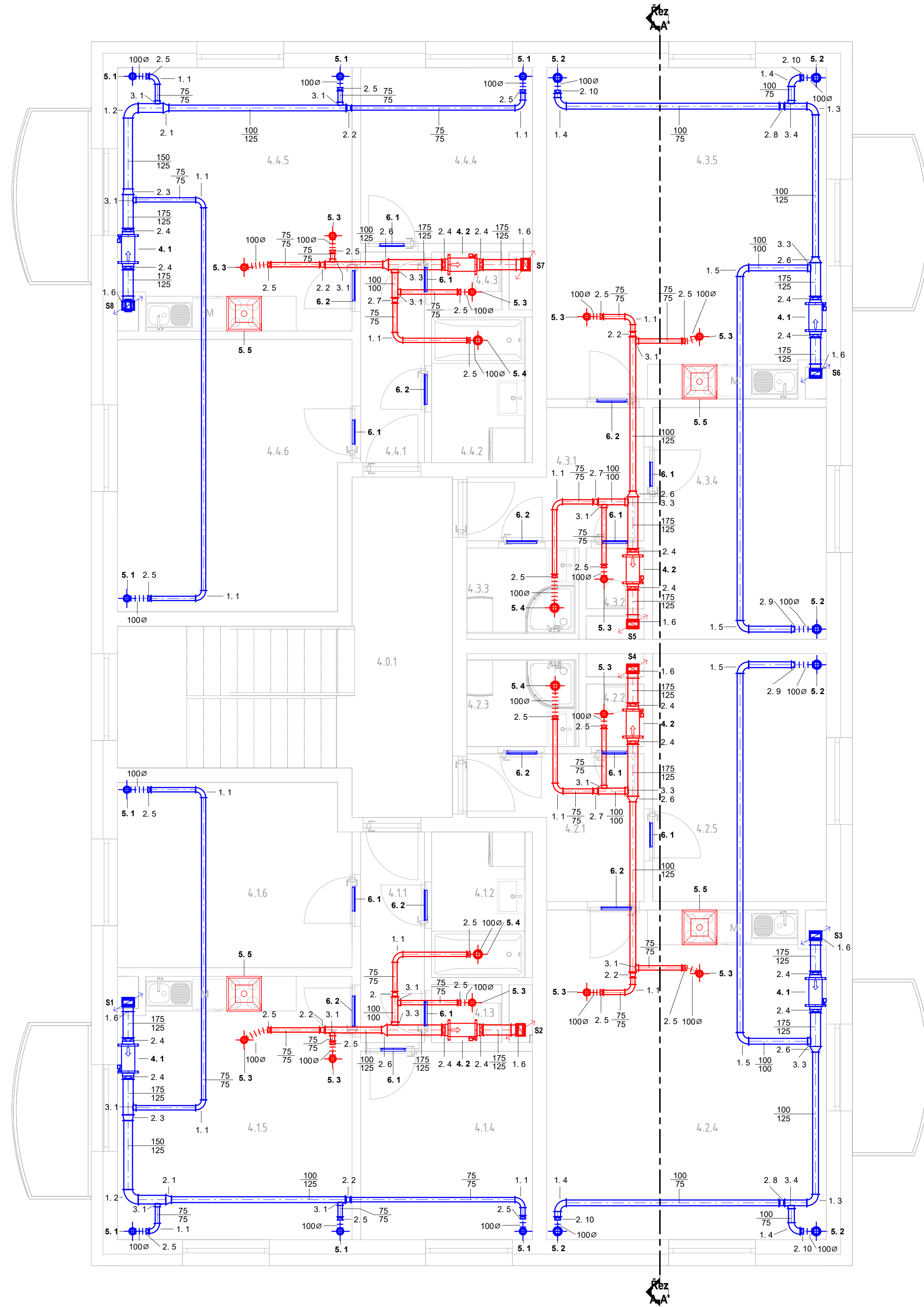
Výkaz potrubí hranatého a ovalného 3.NP

Rodina a typ	Velikost	Délka	Plocha
Hranaté potrubí: T spoj	150x175	9,7	6,299 m²
Hranaté potrubí: T spoj	175x150	3,2	2,110 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	75x75	36,9	11,083 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x75	8,0	2,803 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x100	17,4	6,970 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x125	19,3	8,687 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	150x125	3,3	1,814 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	150x175	13,1	8,488 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x125	10,0	6,009 m²

Výkaz mechanického zařízení 3.NP

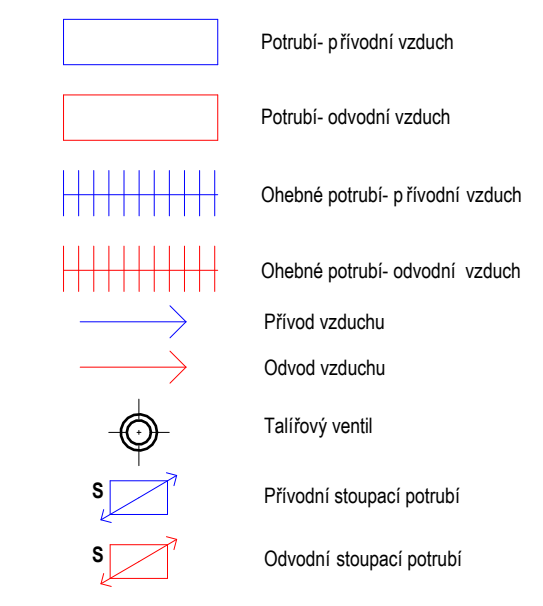
Označení typu	Označení	Rodina	Počet
4	1	SMART box 200 (přívod)	4
4	2	SMART box 200 (odvod)	4

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/06/23
Název výkresu Půdorys 3.NP	Měřítko 1:50	Č.v. 3



Číslo	Název místnosti	Plocha [m²]
4.0.1	Chodba	20
4.1.1	Chodba	4
4.1.2	Koupelna	4
4.1.3	WC	1
4.1.4	Pokoj 1	10
4.1.5	Obyvací pokoj + KK	18
4.1.6	Pokoj 2	13
4.2.1	Chodba	6
4.2.2	WC	1
4.2.3	Koupelna	3
4.2.4	Obyvací pokoj + KK	27
4.2.5	Pokoj 1	13
4.3.1	Chodba	5
4.3.2	WC	1
4.3.3	Koupelna	3
4.3.4	Pokoj 1	12
4.3.5	Obyvací pokoj + KK	27
4.4.1	Chodba	4
4.4.2	Koupelna	4
4.4.3	WC	1
4.4.4	Pokoj 1	9
4.4.5	Obyvací pokoj + KK	18
4.4.6	Pokoj 2	18

LEGENDA:



POZNÁMKY

Hodnoty přívodu a odvodu vzduchu z distribučních prvků jsou vypsány v technické zprávě.

Výkaz tvarovek potrubí 4.NP

Označení typu	Označení	Rodina a typ	Velikost	Počet
1	1	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	75x75-75x75	14
1	2	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	150x125-150x125	2
1	3	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	100x125-100x125	2
1	4	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	100x75-100x75	4
1	5	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	100x100-100x100	4
1	6	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	125x175-125x175	8
2	1	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	150x125-100x125	2
2	2	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	100x125-75x75	6
2	3	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x125-150x125	2
2	4	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	200ø-175x125	14
2	5	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	100ø-75x75	24
2	6	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x125-100x125	6
2	7	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	100x100-75x75	3
2	8	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	100x125-100x75	2
2	9	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	100x100-100ø	2
2	10	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	100ø-100x75	4
2	28	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x125-175x75	6
2	29	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	125x175-175x75	1
2	30	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	125x175-75x175	1
3	1	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	75x75-75x75	14
3	3	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	100x100-100x100	6
3	4	Hranatě_Nástavec: Hranatě_Nástavec	100x75-100x75	2

Výkaz výustek vzduchotechniky 4.NP

Označení typu	Komentáře	Rodina	Velikost	Počet
5	1	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	100ø	8
5	2	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	125ø	6
5	3	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	100ø	12
5	4	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	125ø	4
5	5	Cirkulační digestoř	150ø	4
6	1	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	400x100	10
6	2	Mřížka ve dveřích (převodní prvek)	500x200	8

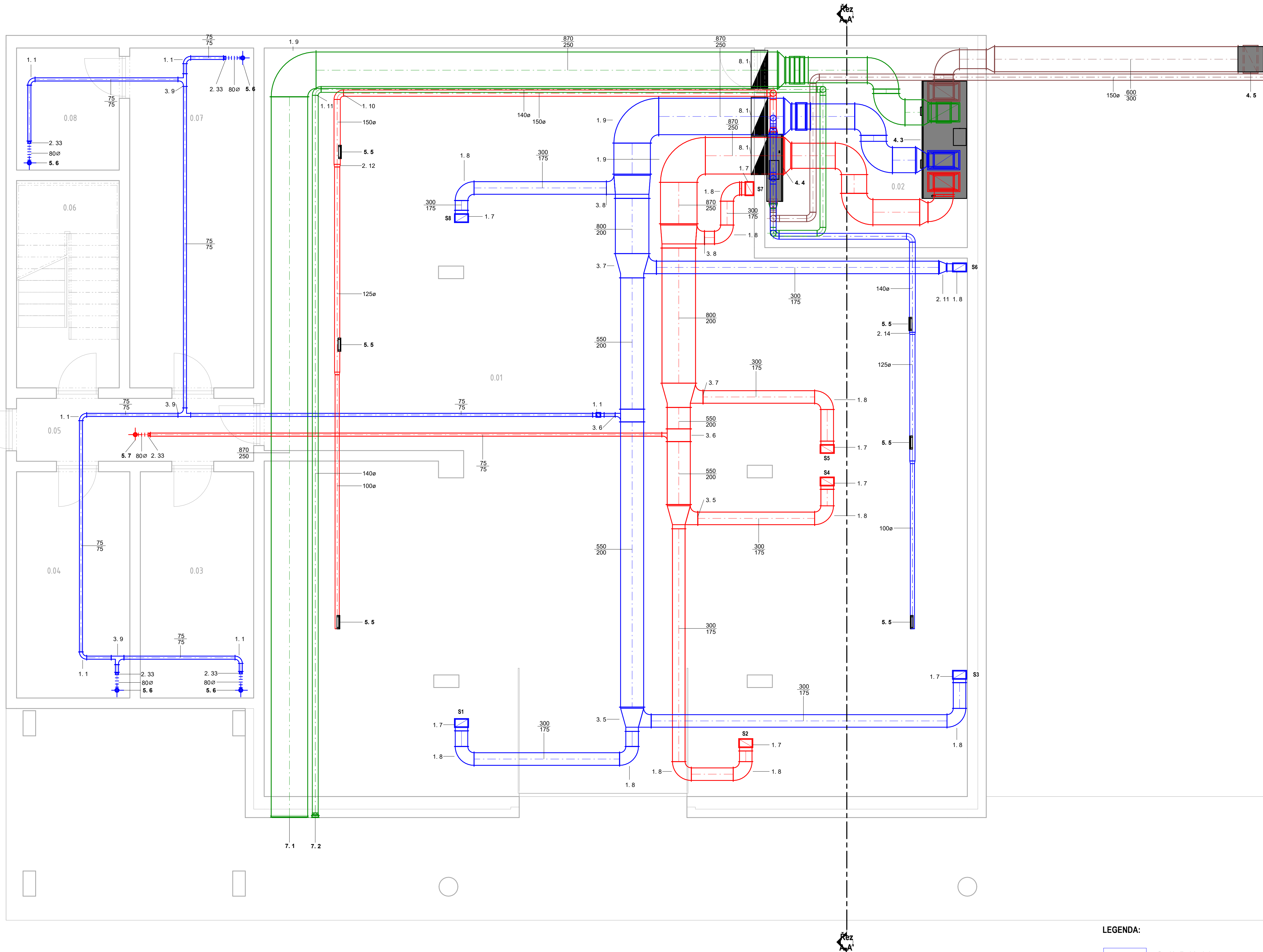
Výkaz potrubí hranatého a ovalného 4.NP

Rodina a typ	Velikost	Délka	Plocha
Hranaté potrubí: T spoj	75x175	8,6	4,281 m²
Hranaté potrubí: T spoj	175x75	2,8	1,415 m²
Hranaté potrubí: T spoj	175x125	3,5	2,103 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	75x75	37,0	11,092 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	75x175	8,4	4,184 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x75	8,0	2,797 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x100	17,4	6,970 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	100x125	19,3	8,680 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	150x125	3,3	1,825 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x75	2,8	1,390 m²
Hranaté potrubí: Tupý spoj	175x125	6,1	3,631 m²

Výkaz mechanického zařízení 4.NP

Označení typu	Označení	Rodina	Počet
4	1	SMART box 200 (přívod)	4
4	2	SMART box 200 (odvod)	4

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/06/23
Název výkresu Půdorys 4.NP	Měřítko 1:50	Č.v. 4



Výkaz mechanického zařízení 1.PP

Číslo	Název místnosti	Plocha [m²]
0.01	Garáž	272
0.02	Strojovna	23
0.03	Skład 1	15
0.04	Skład 2	15
0.05	Chodba	8
0.06	Schodiště	12
0.07	Skład 3	24
0.08	Skład 4	7

Označení typu	Označení	Rodina	Počet
4	3	DUPLEX 5500 Multi Eco-V	1
4	4	DUPLEX 500 Multi	1
4	5	Plochá výfuková hlavice	1
4	6	Plochá výfuková hlavice	1

Výkaz tvarovek potrubí 1.PP

Označení typu	Označení	Rodina a typ	Velikost	Počet
1	1	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	75x75-75x75	7
1	7	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	175x300-175x300	7
1	8	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	300x175-300x175	11
1	9	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	870x250-870x250	3
1	10	Kruhové_Oblouk: Kruhové_Oblouk_1 D	150ø-150ø	8
1	11	Kruhové_Oblouk: Kruhové_Oblouk_1 D	140ø-140ø	12
1	12	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	300x600-300x600	4
1	13	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	600x300-600x300	6
1	14	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	450x300-450x300	3
1	15	Hranatě_Oblouk: Hranatě_Oblouk	300x450-300x450	3
2	11	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	175x300-300x175	1
2	12	Kruhové_Přechod: Kruhové_Přechod	150ø-125ø	1
2	14	Kruhové_Přechod: Kruhové_Přechod	140ø-125ø	1
2	15	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	870x250-600x300	3
2	16	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	600x300-450x300	1
2	17	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	600x300-300x450	1
2	18	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	600x300-450x300	2
2	19	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	710x400-450x300	2
2	20	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	710x400-300x450	1
2	21	Hranatě_Přechod: Hranatě_Přechod	710x400-450x300	1
2	33	Hranatě_Přechod na kruhové: Hranatě_Přechod na kruhové	75x75-80ø	5
3	5	Hranatě_Odbočka: Hranatě_Odbočka	550x200-300x175-300x175	2
3	6	Hranatě_Odbočka: Hranatě_Odbočka	550x200-550x200-75x75	2
3	7	Hranatě_Odbočka: Hranatě_Odbočka	800x200-550x200-300x175	2
3	8	Hranatě_Odbočka: Hranatě_Odbočka	870x250-800x200-300x175	2
3	9	Hranatě_Odbočka: Hranatě_Odbočka	75x75-75x75-75x75	3
8	1	Požární klapka: Dodávka Hilti	875x300-875x300	3

Výkaz potrubí hranatého a oválného 1.PP

Rodina a typ	Velikost	Délka	Plocha
Hranatě potrubí: T spoj	75x75	46,8 m	14,037 m²
Hranatě potrubí: T spoj	175x125	0,1 m	0,031 m²
Hranatě potrubí: T spoj	300x175	30,9 m	29,377 m²
Hranatě potrubí: T spoj	550x200	2,0 m	3,015 m²
Hranatě potrubí: T spoj	600x300	1,6 m	2,807 m²
Hranatě potrubí: T spoj	800x200	3,2 m	6,441 m²
Hranatě potrubí: T spoj	870x250	2,8 m	6,379 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	150x150	0,0 m	0,029 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	175x125	0,6 m	0,355 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	300x175	5,0 m	4,793 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	300x450	0,1 m	0,188 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	450x300	1,2 m	1,808 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	550x200	9,9 m	14,894 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	600x300	10,8 m	19,460 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	710x400	0,1 m	0,111 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	800x200	1,3 m	2,630 m²
Hranatě potrubí: Tupý spoj	870x250	31,9 m	71,450 m²
Kulaté potrubí: T spoj	100ø	10,0 m	3,140 m²
Kulaté potrubí: T spoj	125ø	7,9 m	3,106 m²
Kulaté potrubí: T spoj	140ø	44,0 m	19,337 m²
Kulaté potrubí: T spoj	150ø	30,3 m	14,291 m²

POZNÁMKY

Podrobnější popis strojovny je zobrazen na samostatném výkrese.

Hodnoty přívodu a odvodu vzduchu z distribučních prvků jsou vypsány v technické zprávě.

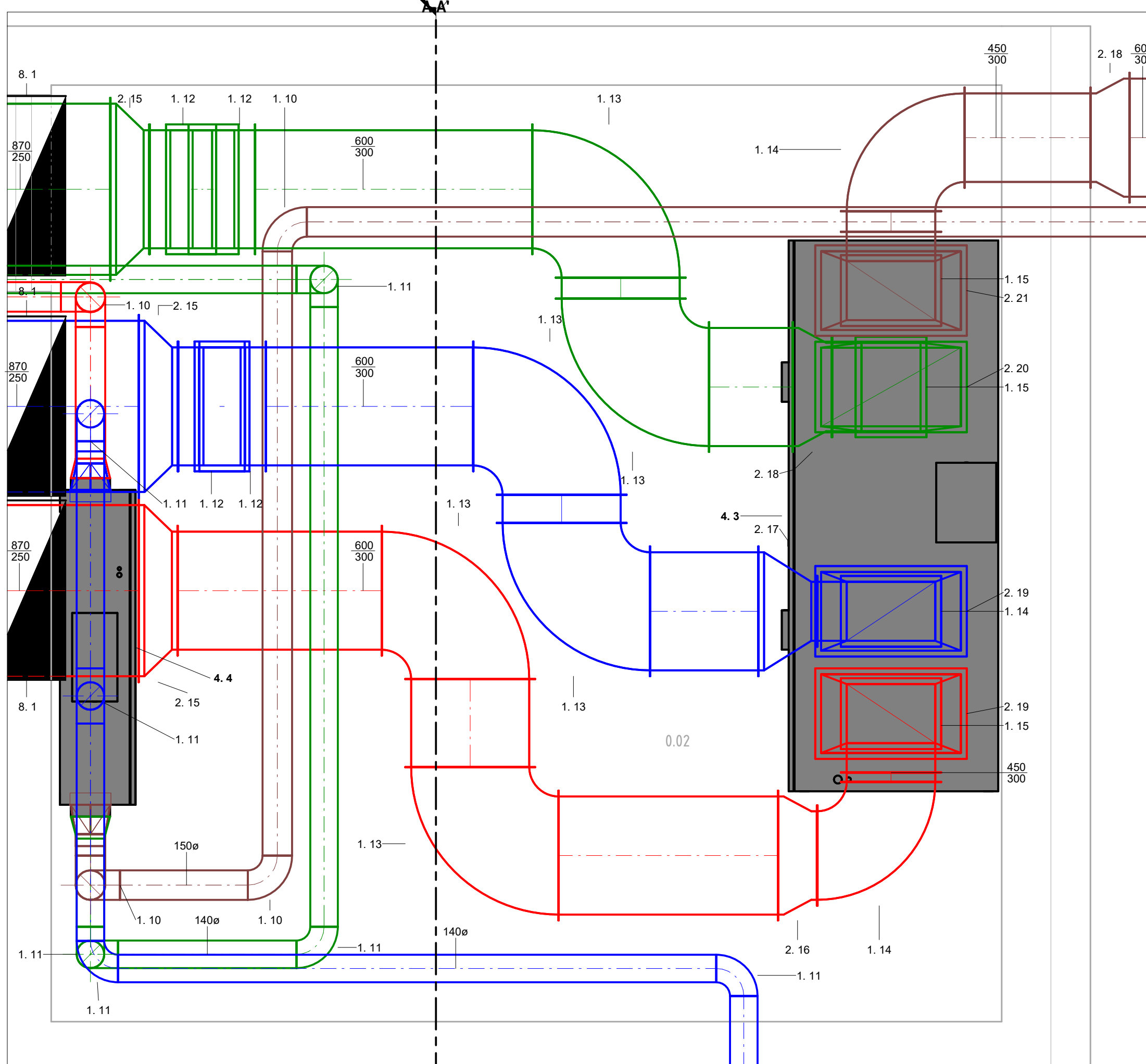
Výkaz výustek vzduchotechniky 1.PP

Označení typu	Komentáře	Rodina	Velikost	Počet
5	5	Mandik VNMK 325x75		6
5	6	Talířový ventil s horním kruhovým připojením přívodní	80ø	4
5	7	Talířový ventil s horním kruhovým připojením odvodní	80ø	1
7	1	Koncová větrací mřížka	870x250	1
7	2	Koncová větrací mřížka	150x150	1

LEGENDA:

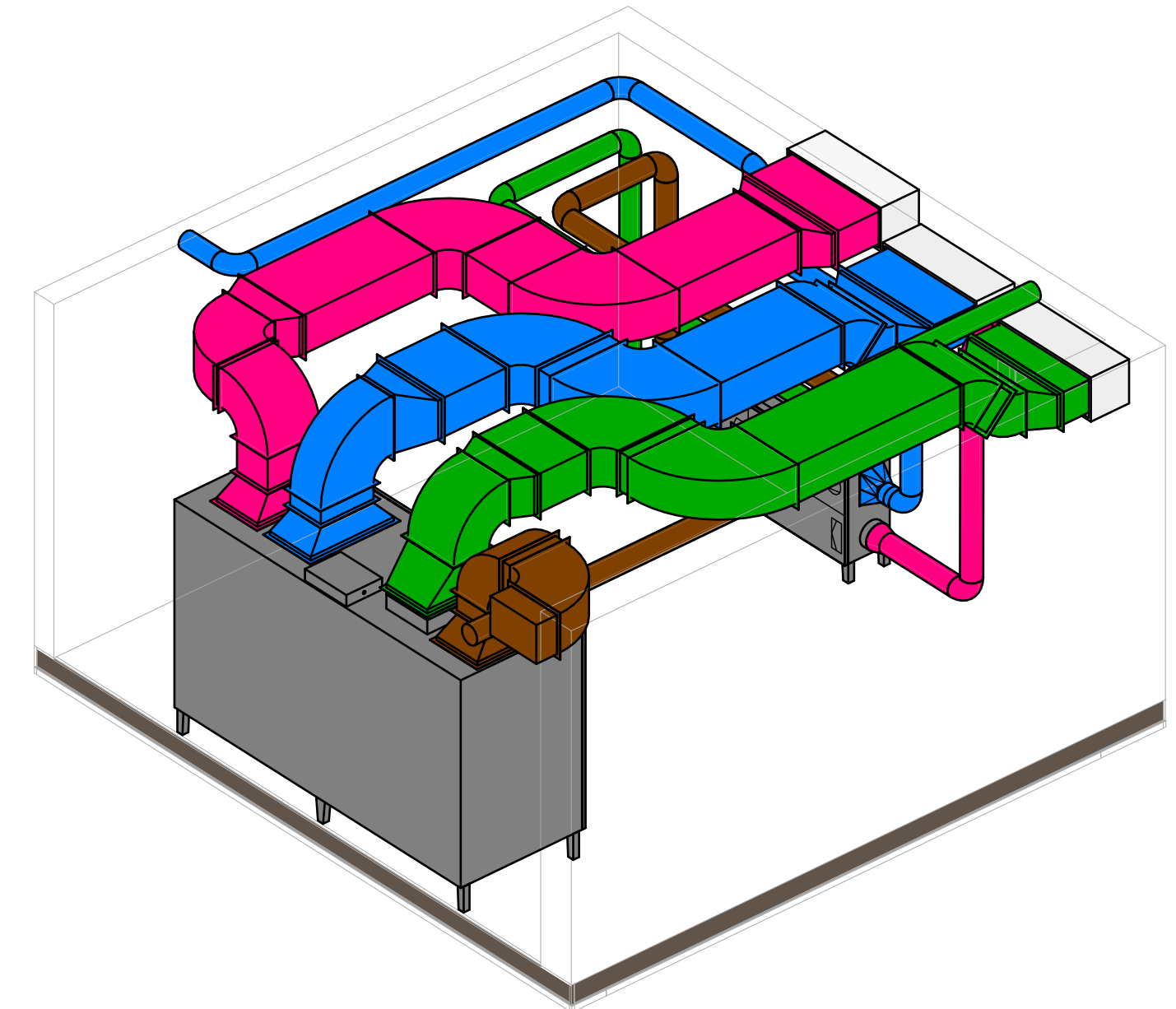
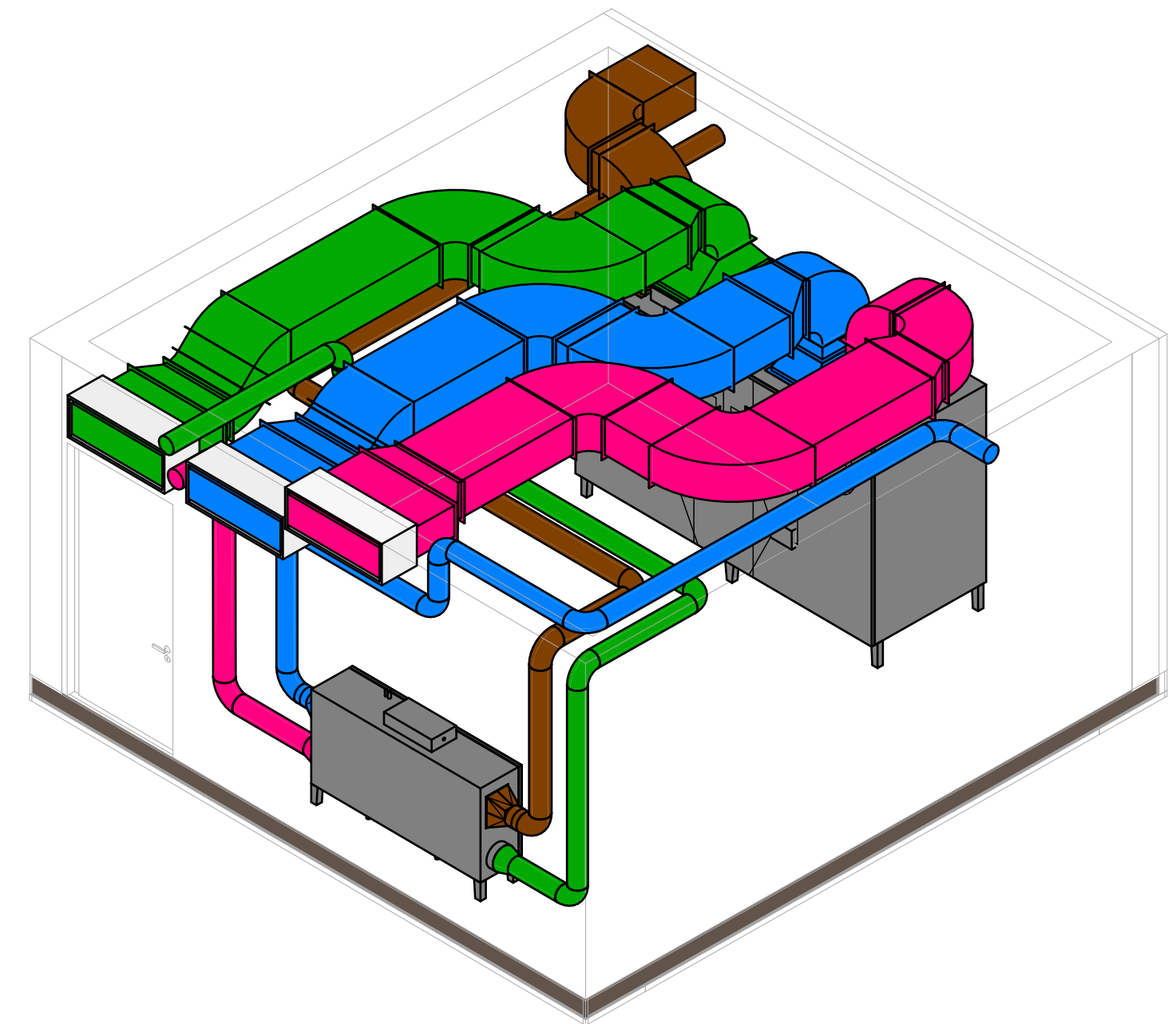
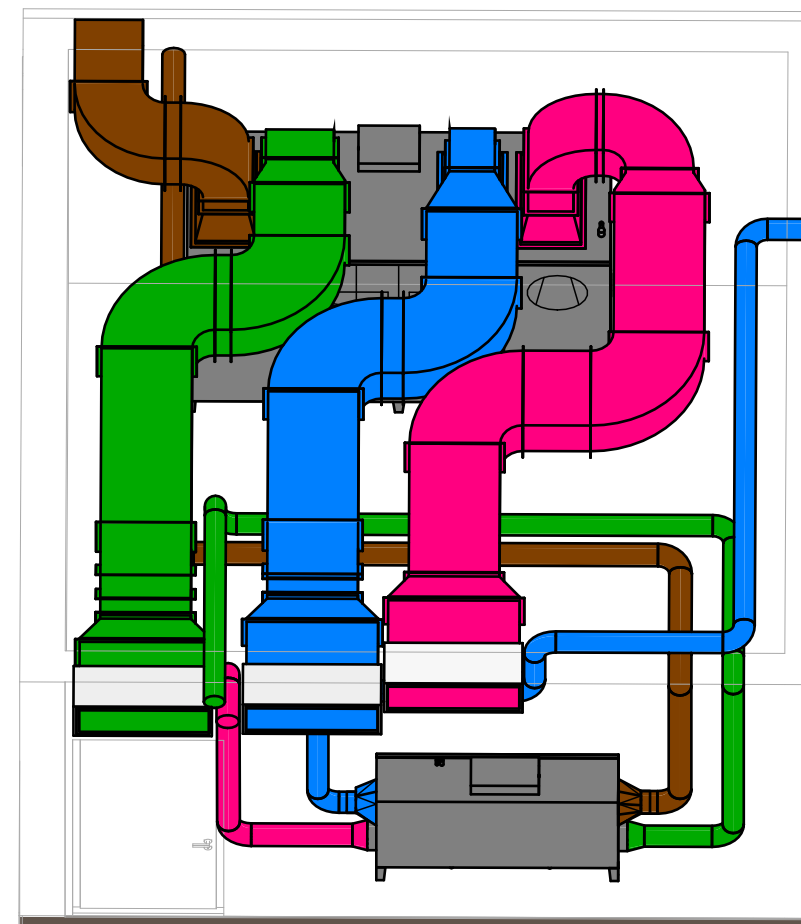
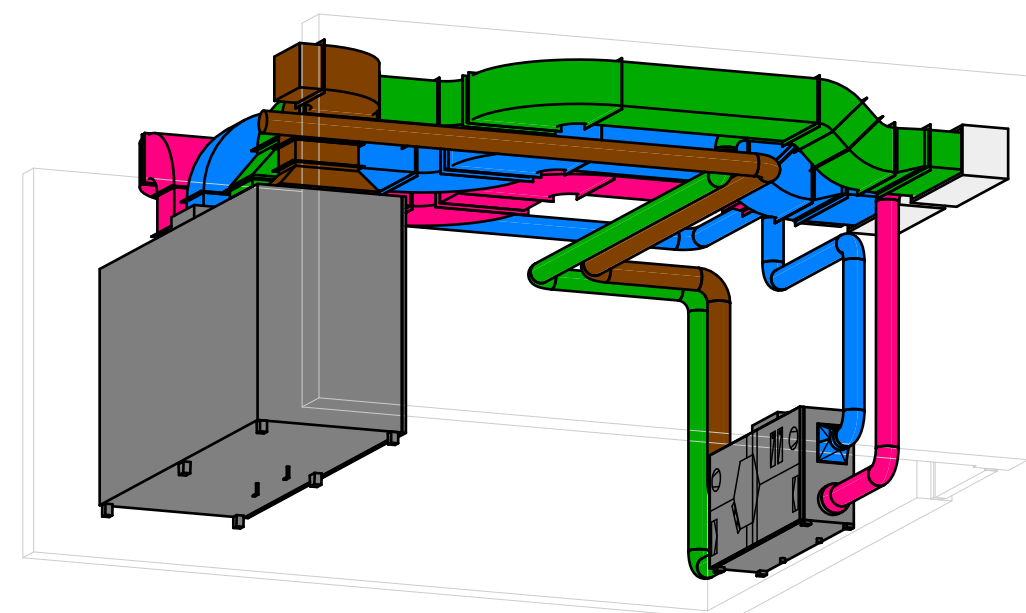
- Potrubí- přívodní vzduch
- Potrubí- odvodní vzduch
- Potrubí- výfukový vzduch
- Potrubí- čerstvý vzduch
- ||||| Ohebné potrubí- p přívodní vzduch
- ||||| Ohebné potrubí- odvodní vzduch
- Přívod vzduchu
- Odvod vzduchu
- Taliřový ventil
- Přívodní stoupační potrubí
- Odvodní stoupační potrubí
- Požární klapka

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/06/23
Název výkresu Půdorys 1.PP	Měřítko 1:50	Č.v. 5



POHLED NA VÝŠKOVÉ ROZDÍLY POTRUBÍ

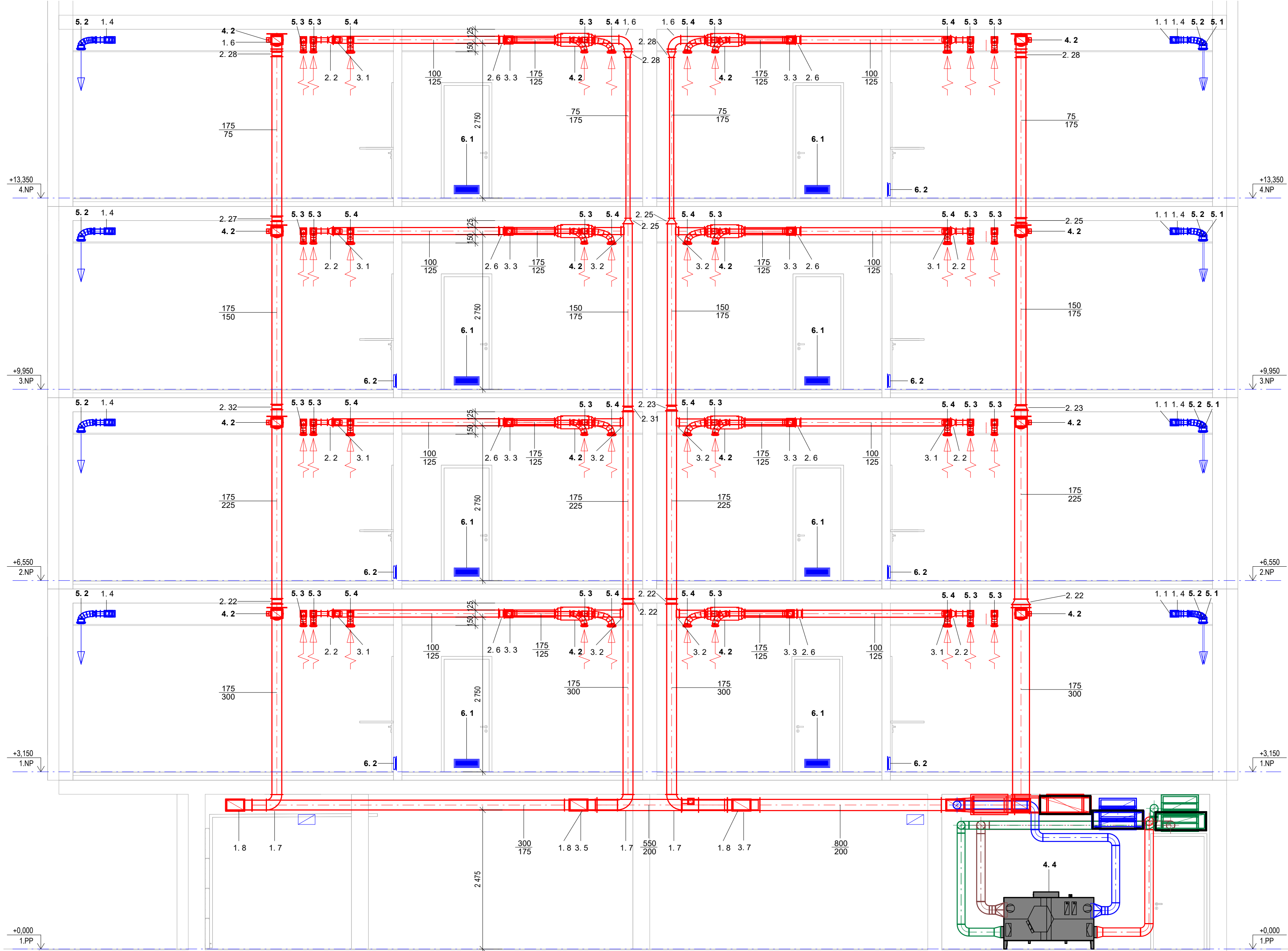
HORNÍ POHLED NA POTRUBÍ



POZNÁMKY

Výkaz prvků je umístěn v půdorysu 1.PP.

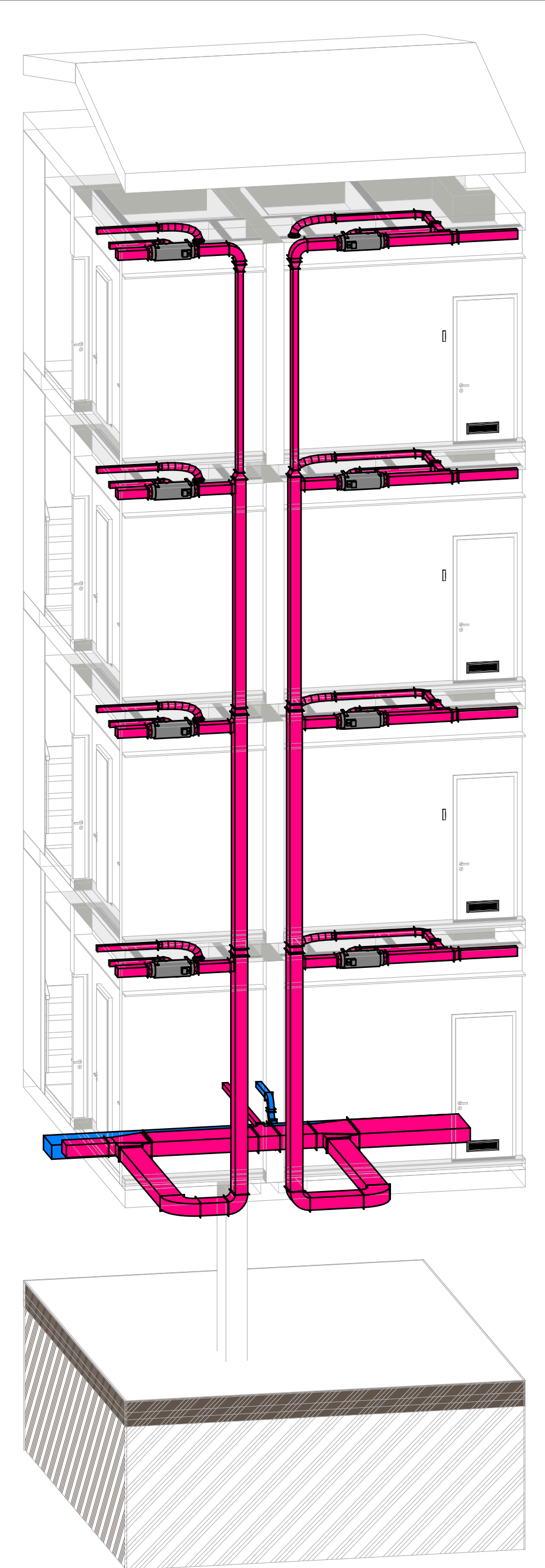
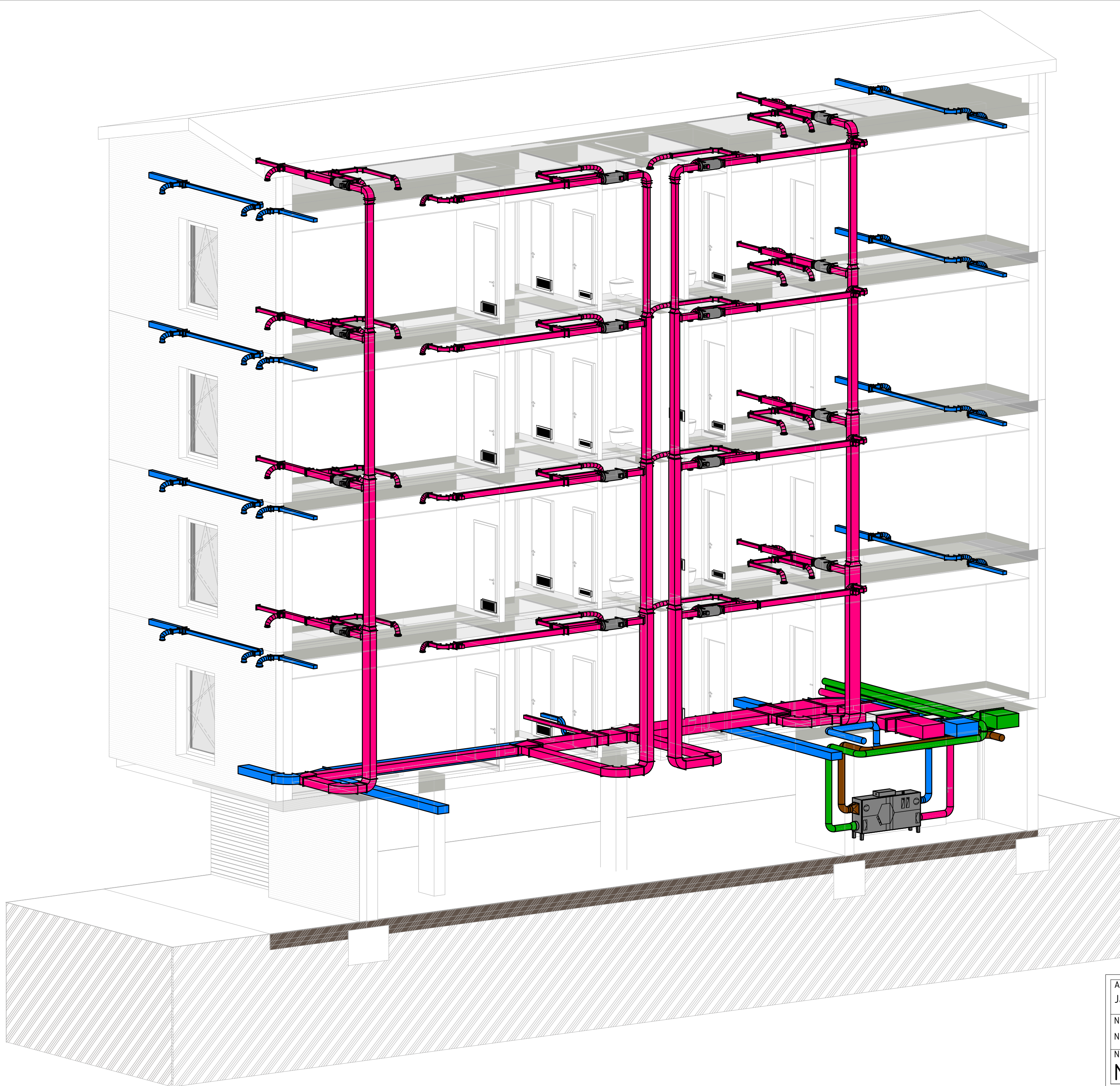
Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/06/23
Název výkresu Řešení strojovny		Měřítko -
		Č.V. 6




- LEGENDA:**
- Potrubí- přívodní vzduch
 - Potrubí- odvodní vzduch
 - Potrubí- výfukový vzduch
 - Potrubí- čerstvý vzduch
 - ||||| Ohebné potrubí- p řívodní vzduch
 - ||||| Ohebné potrubí- odvodní vzduch
 - Přívod vzduchu
 - Odvod vzduchu
 - Taliřový ventil
 - S Přívodní stoupací potrubí
 - S Odvodní stoupací potrubí
 - ▶ Odvodní element
 - ▶ Přívodní element

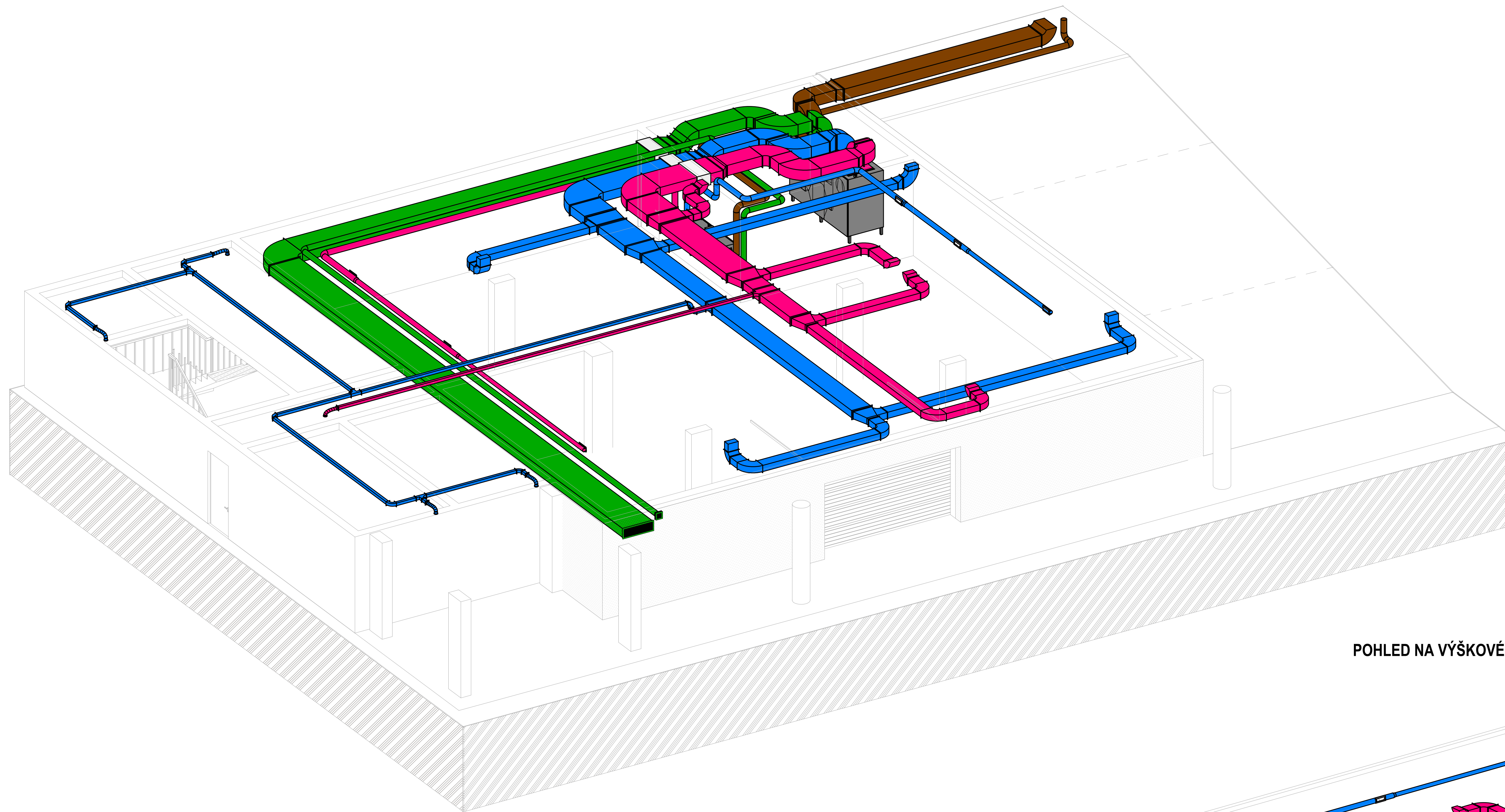
POZNÁMKY
 Výkazy prvků jsou umístěny v dílčích půdorysech podlažích.

Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět	
Název výkresu Rez A-A'		Datum	05/07/23
		Měřítko	
		Č.V.	7



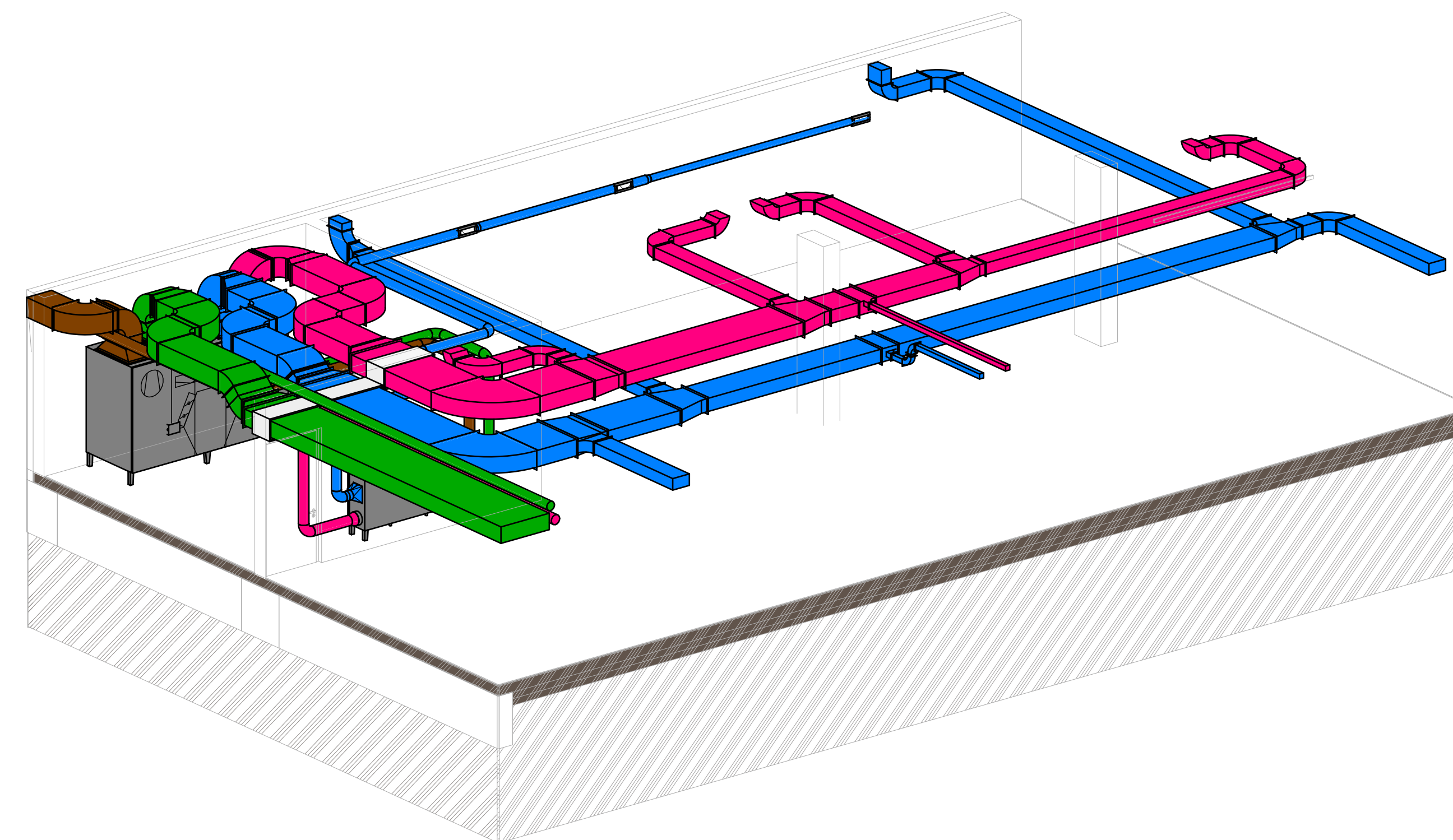
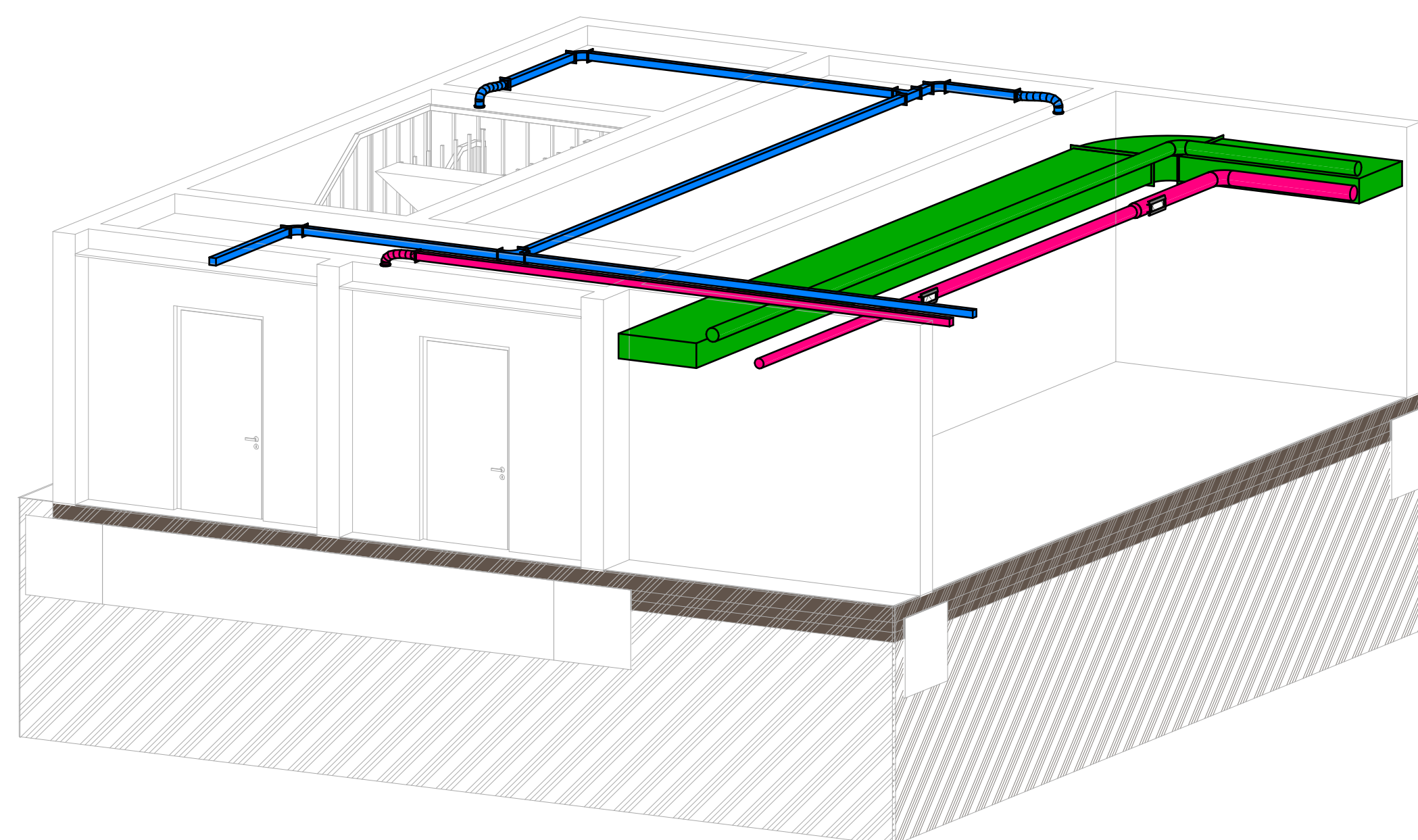
Autor Jan Malý	Konzultant Schvalovatel	Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/07/23	
Název výkresu Model oblasti řezu A-A'		Měřítko -	
		Č.V. 8	

KOMPLETNÍ MODEL POTRUBÍ V 1.PP

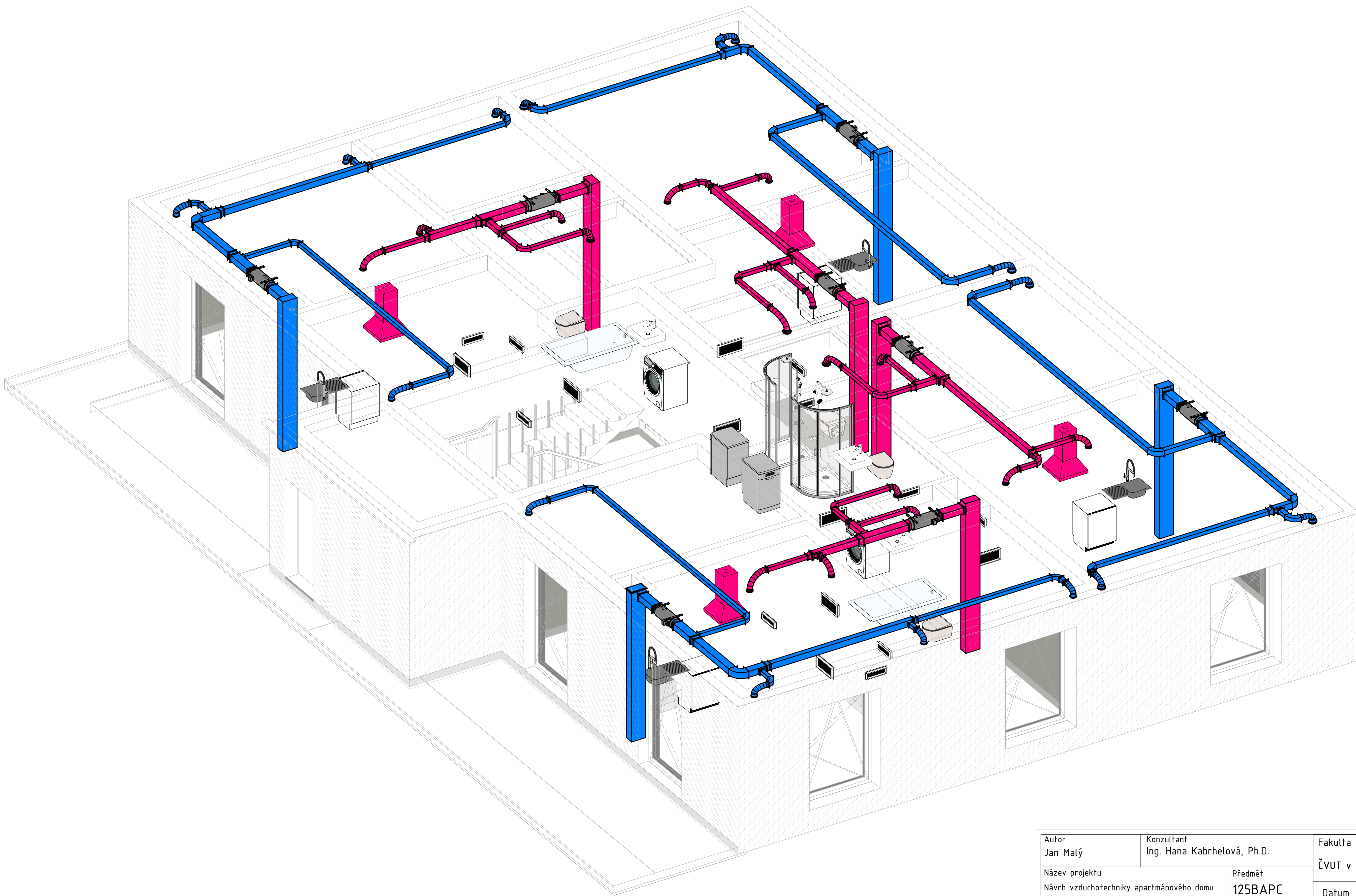


POHLED NA VÝŠKOVÉ ROZDÍLY POTRUBÍ HLAVNÍCH VĚTVÍ POTRUBÍ

POHLED NA VÝŠKOVÉ ROZDÍLY POTRUBÍ PŘÍVODU ČERSTVÉHO VZDUCHU A POTRUBÍ SKLADŮ

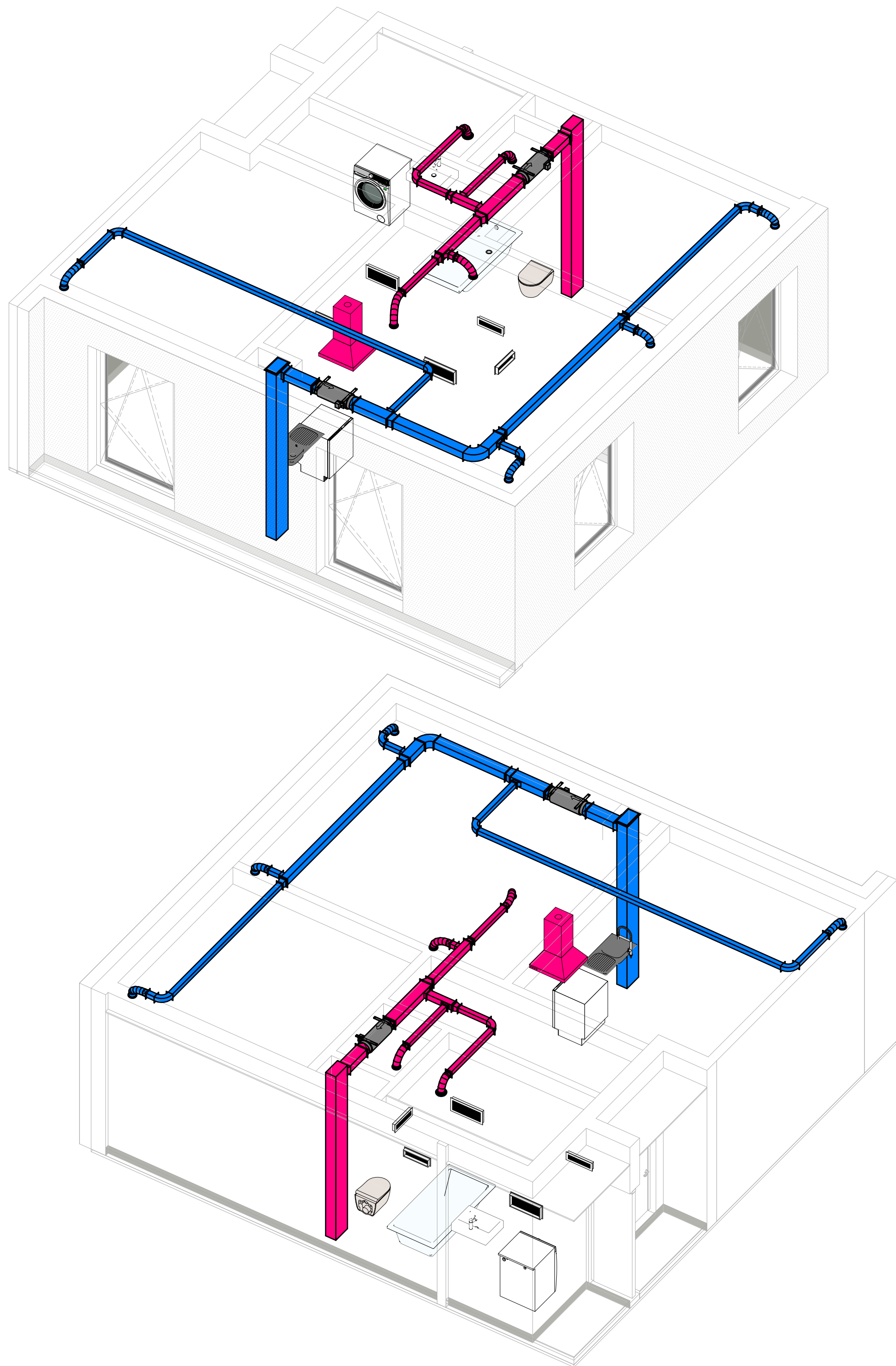


Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/07/23
Název výkresu Model 1.PP		Měřítko - Č.v. 9

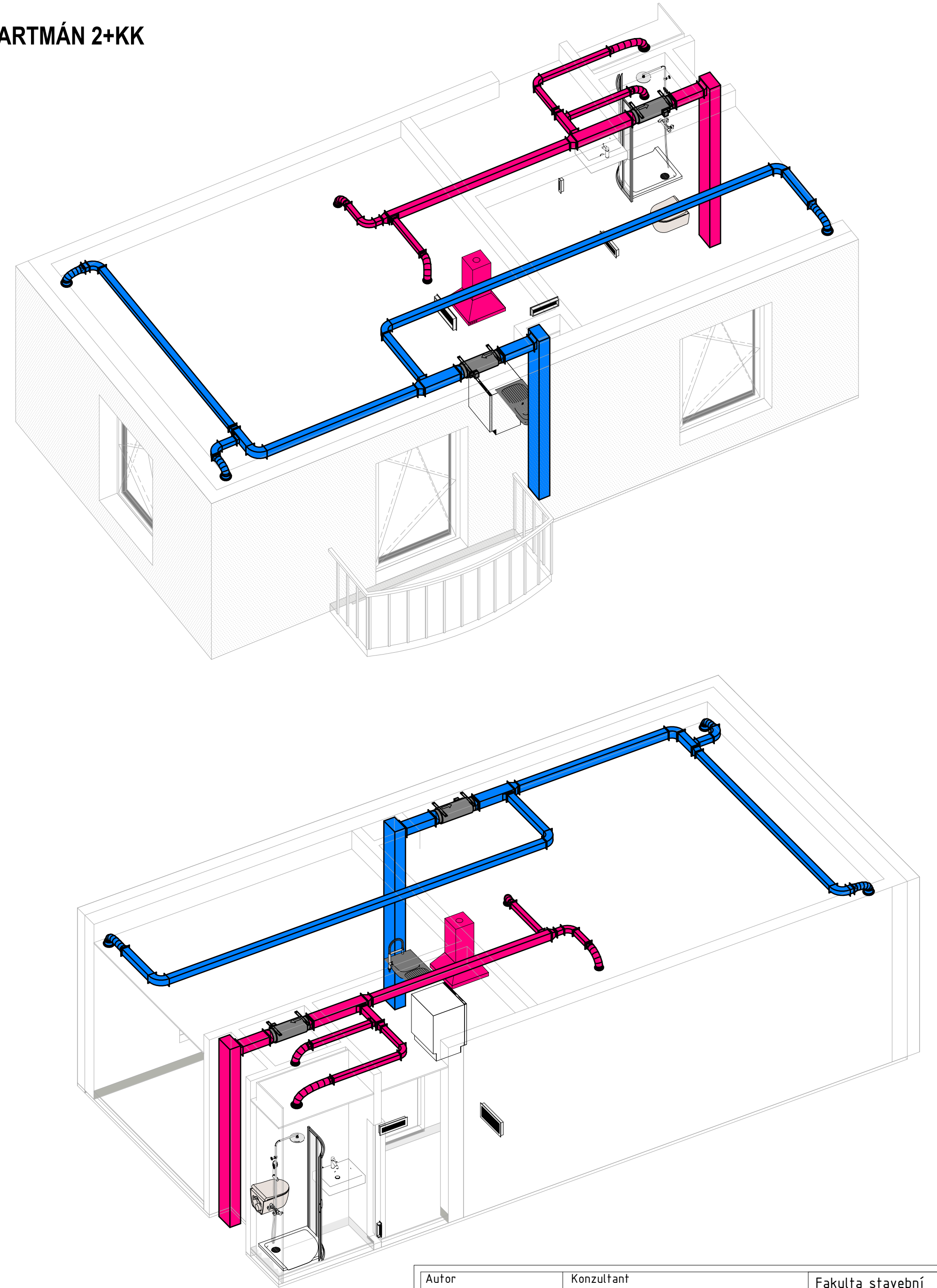


Autor Jan Malý		Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.		Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu			Předmět 125BAPC		
Název výkresu Model 1.NP				Datum	05/07/23
				Měřítko	-
				Č.V.	10

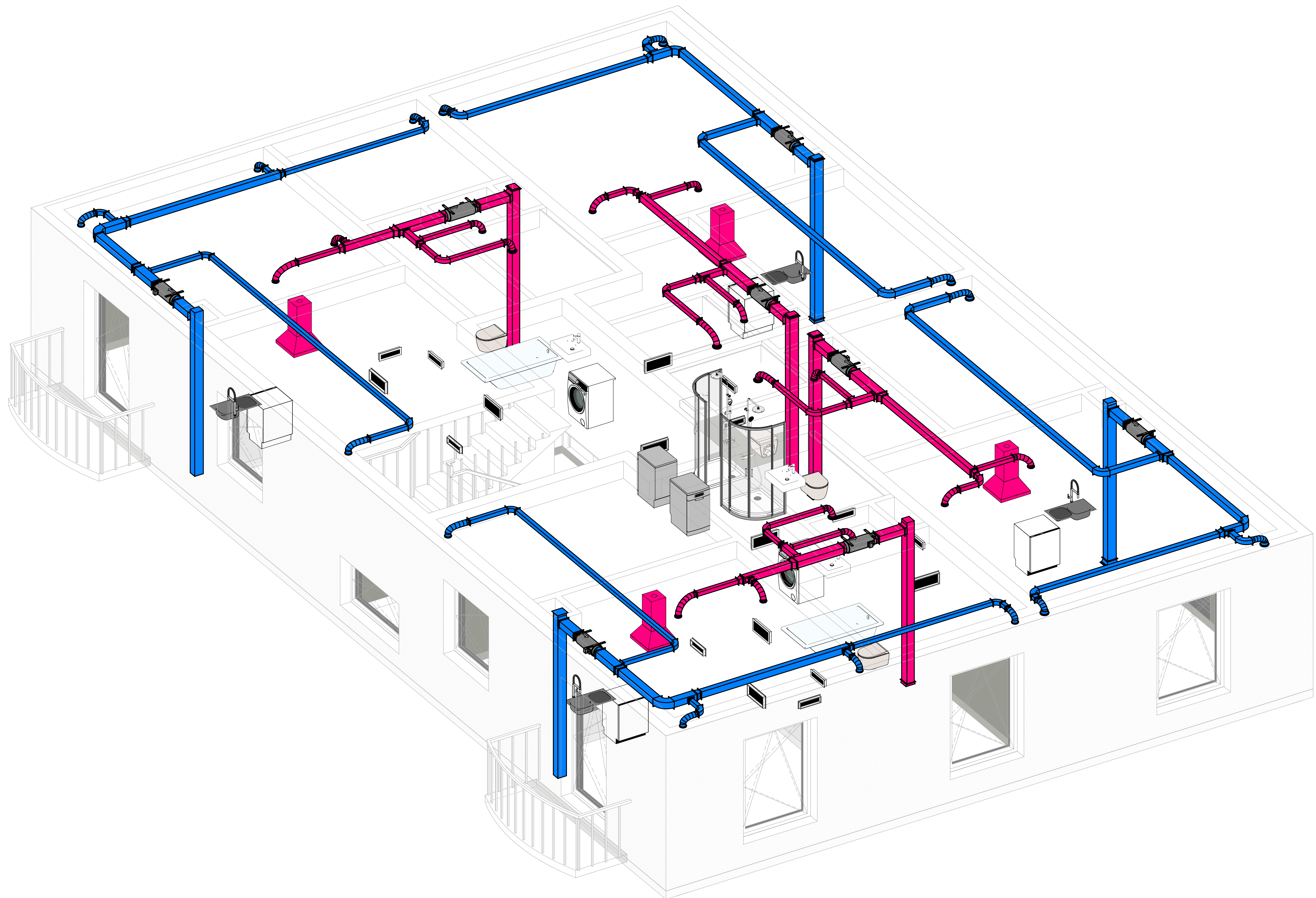
APARTMÁN 3+KK



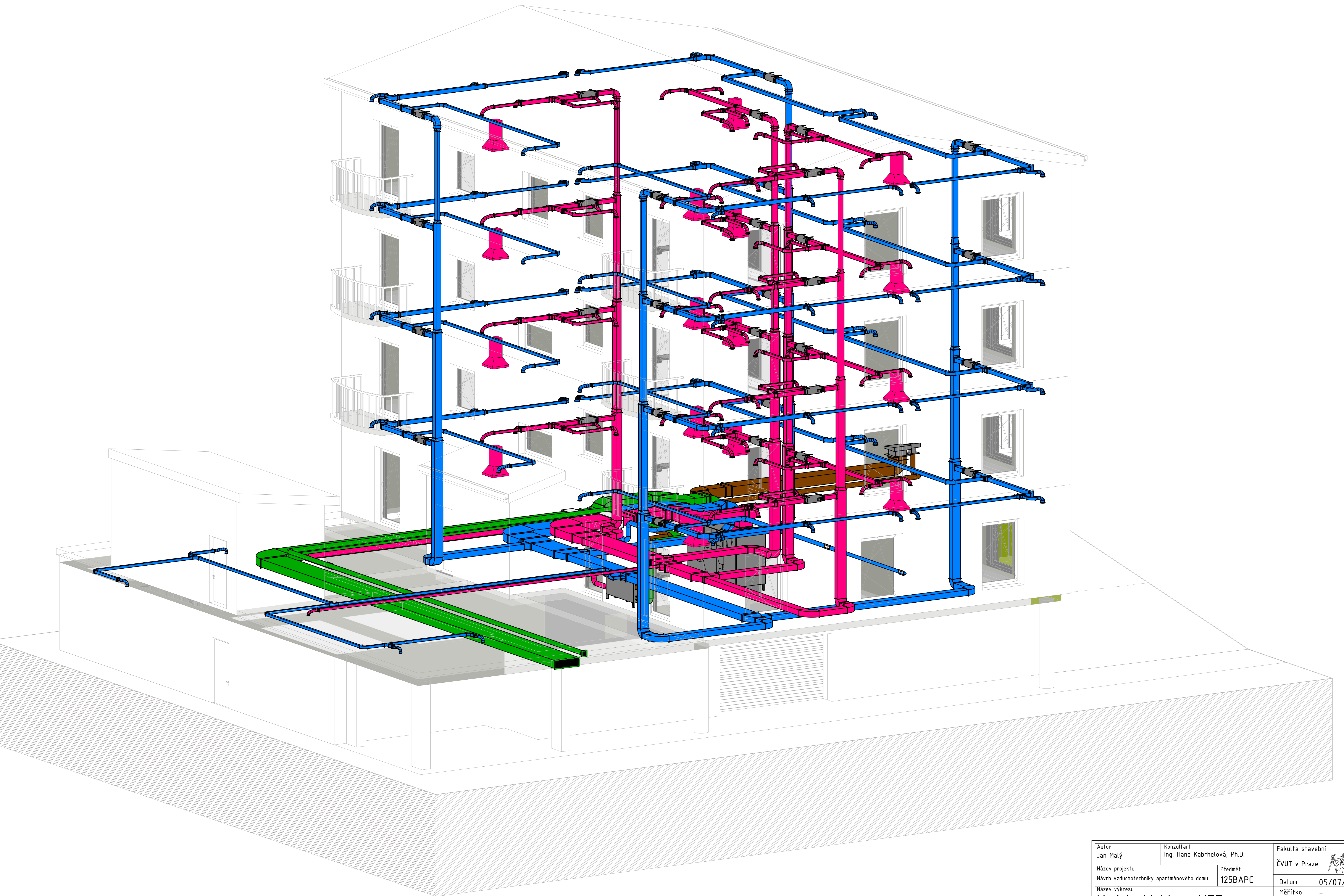
APARTMÁN 2+KK



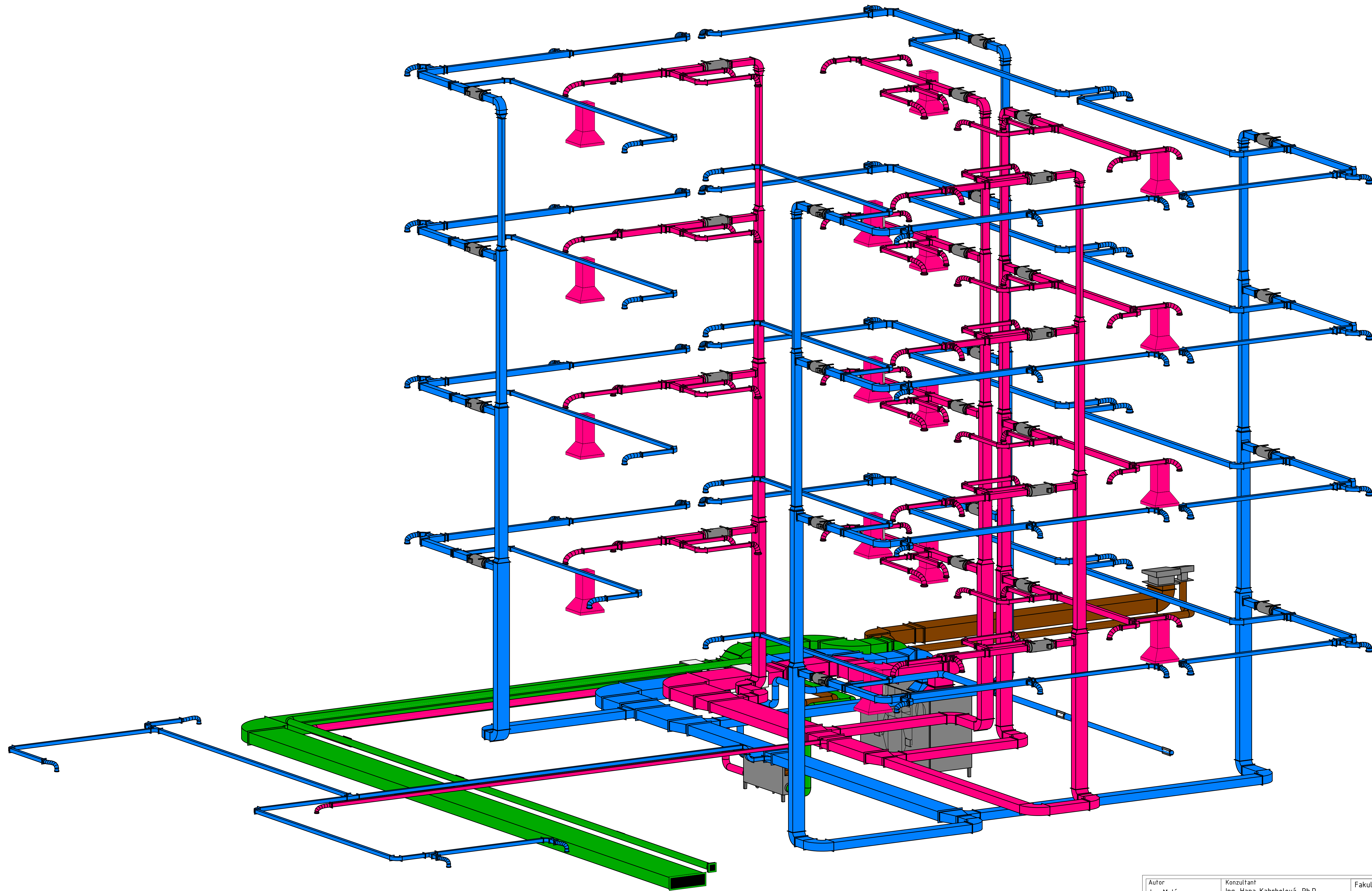
Autor Jan Malý		Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.		Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu		Předmět 125BAPC		Datum	05/07/23
Název výkresu Modely apartmánů				Měřítko	-
				Č.V.	11



Autor Jan Malý		Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.		Fakulta stavební ČVUT v Praze	
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu			Předmět 125BAPC		
Název výkresu Model 2.NP-4.NP				Datum	05/07/23
				Měřítko	-
				Č.V.	12



Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/07/23
Název výkresu Model objektu s VZT		Měřítko - Č.v. 13



Autor Jan Malý	Konzultant Ing. Hana Kabrhelová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Název projektu Návrh vzduchotechniky apartmánového domu	Předmět 125BAPC	Datum 05/07/23
Název výkresu Model VZT systémů		Měřítko - Č.v. 14