

Regulace parametrů přívodního vzduchu u zařízení pro úpravu vzduchu – provozní zkušenosti

Regulované parametry přívodního vzduchu u vzduchotechnických jednotek

Základní / nejčastěji používané / parametry:

Teplota přívodního vzduchu v °C

Měrná vlhkost přívodního vzduchu v g/kg suchého vzduchu

Přetlak vzduchu v potrubí přívod v Pa / množství vzduchu přívod, množství vzduchu odtah

Kvalita vzduchu – obsah CO₂ ve vzduchu přívod, prostor, odtah

Teplota přívodního vzduchu

Hodnota žádané teploty přívodního vzduchu může být:

Konstantní - např. zajištění přívod čerstvého vzduchu bez pokrytí tepelných ztrát/zisků prostoru.

Vlečně přestavována v závislosti na:

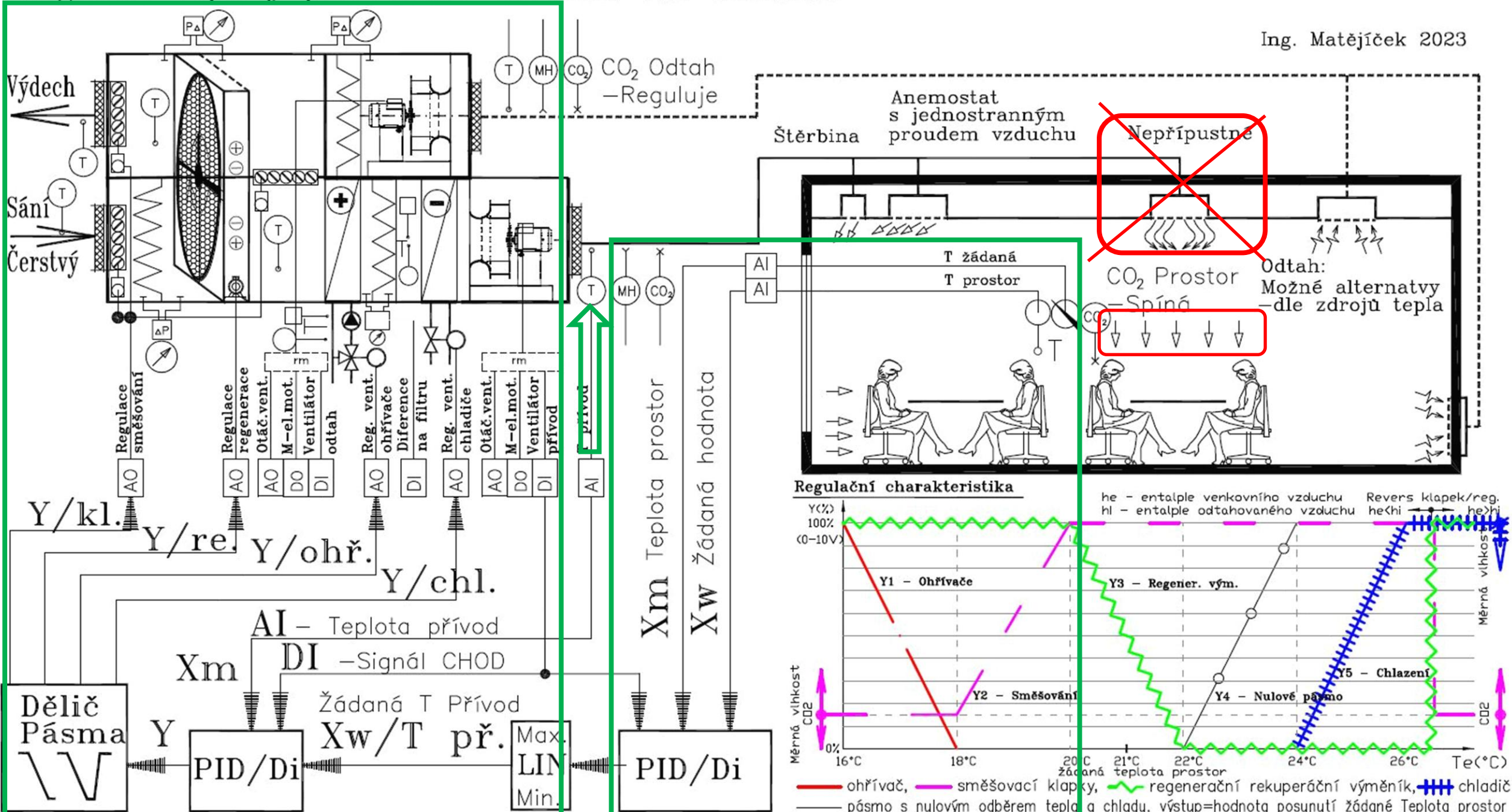
- Výstupu z regulace teploty vnitřního vzduchu – většinou jeden reprezentativní prostor.
- Teplotě venkovního vzduchu – vliv venkovní teploty, oslunění, ...
- Od individuální regulace více prostorů dle – regulace na „Otevřený/Uzavřený ventil“ – cíl je, aby nedocházelo k chlazení v prostoru, který je ohříván přívodním vzduchem nebo naopak v letním období, kdy se vychladí přívodní vzduch, ale v některém prostoru se musí zpětně ohřát.
 - Počtu otevření / uzavření vnitřních zdrojů systémů pro pokrytí tepelných ztrát / zisků - např. u regulace indukčních jednotek systémů VTK
 - Výběru minimálního signálu ze všech prostor
 - Výběru maximálního signálu ze všech prostor
 - Výběr z obou min. i max. pro oblast s nulovým pásmem – pokud tepelné ztráty/zisky stačí pokrýt vzduch o venkovní teplotě.

Vždy musí být zadána projektantem vzduchotechniky/technologem od čeho a minimální a maximální hodnota

- ❖ Způsob distribuce vzduchu – použité koncové distribuční prvky
 - Dosah proudu – teplo / chlad
 - Provětrání s požadavkem na min. a max. rychlost vzduchu v zóně pobytu

Regulace teploty přívodního vzduchu VZT zařízení

Ing. Matějček 2023



Měrná vlhkost přívodního vzduchu v g/kg suchého vzduchu

V závislosti na požadované **relativní vlhkosti v prostoru** je regulována / přestavována **žádaná měrná vlhkost přívodního vzduchu**, vypočítaná z měřené aktuální teploty v prostoru a žádané relativní vlhkosti daného prostoru. Je rozdílná při požadavku na vlhčení (většinou zimní provoz) a při požadavku na odvlhčování (letní provoz). Vychází to z rozdílných požadavků relativní vlhkosti v prostoru v létě a v zimě. Např. požadavek zima 35% a léto 60%, je žádaná měrná vlhkost přívodního vzduchu při tlaku 100kPa a vnitřní prostorové teplotě :

Zima: naměřená teplota 22°C, žádaná r.v. 35% →

žádaná měrná vlhkost přívodu cca 6g/kg s.v.

Léto: naměřená teplota 26°C, žádaná r.v. 60% →

žádaná měrná vlhkost přívodu cca 10g/kg s.v.

Vlastní způsob regulace měrné vlhkosti je závislý na způsobu a použití zdroje vlhkosti

- ❖ Adiabatická pračka vzduchu nízkotlaká s vanou. Tlak do trysek cca 2,5 bar
 - Regulací teploty vzduchu za, event. v pračce – pozor: mokré čidlo – 100% sytost
- ❖ Adiabatická pračka vzduchu vysokotlaká bez vany. Tlak do trysek cca 70 bar
 - Regulace spínáním solenoidových ventilů
- ❖ Vlhčení párou. Např. vyvíječem páry, centrálním zdrojem páry, ...
 - Regulace množstvím přívodu páry

Přetlak vzduchu v potrubí přívod - množství vzduchu přívod, množství vzduchu odtah

Musí být stanoveno projektantem požadované množství přívodního vzduchu

- Požadovaná minimální výměna vzduchu – minimální množství čerstvého vzduchu / přívodního vzduchu
- Požadované pokrytí maximálních tepelných ztrát, tepelných zisků – maximální množství přívodního vzduchu

Otáčky přívodního ventilátoru jsou regulovány dle požadovaného přetlaku vzduchu přívod který je přestavován v mezích požadovaného množství vzduchu uvedených výše - dle dosažení požadované teploty a kvality vzduchu prostor (max. hodnota CO₂ prostor) a při tom je měřeno celkové množství přívodního vzduchu.

Od tohoto množství vzduchu přívod je regulováno množství vzduchu odtah přestavováním otáček ventilátoru odtah
V závislosti na požadovaném poměru množství přívod / odtah – podtlak, rovnotlak, přetlak.

Základní podmínky realizace regulace množství přívodního vzduchu:

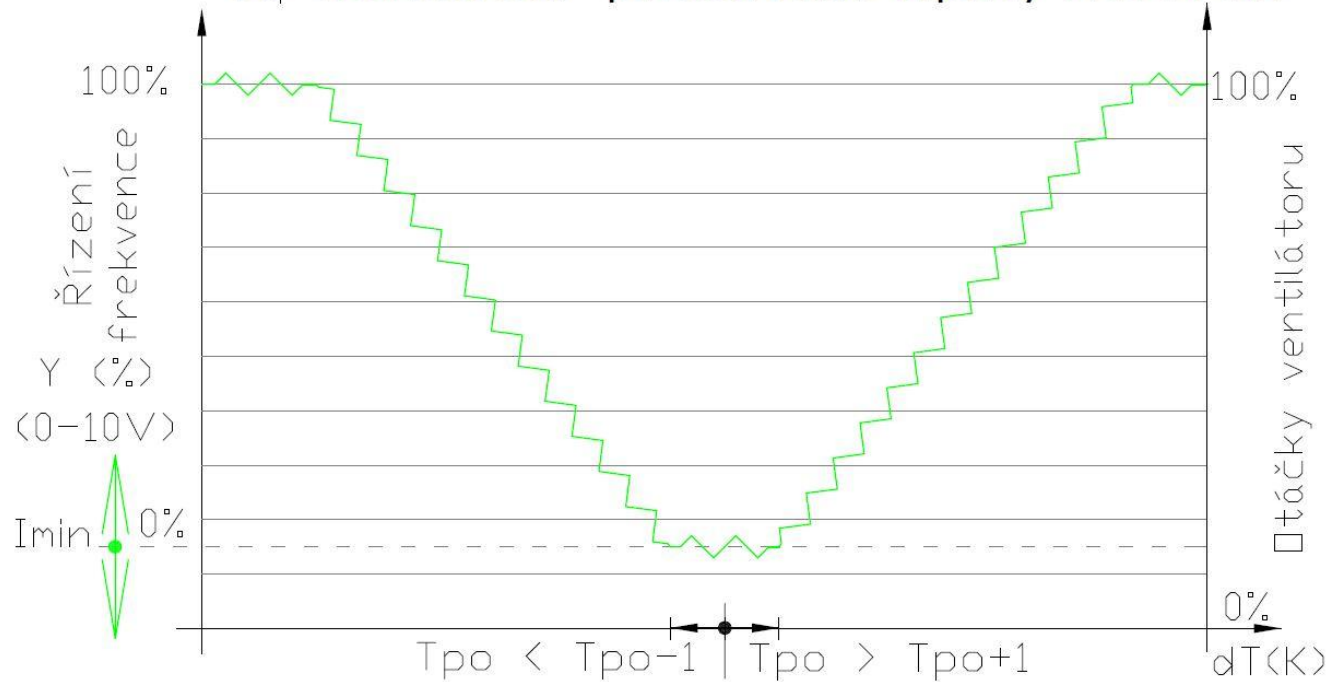
- Je k tomu realizován odpovídající způsob distribuce vzduchu v prostoru

Přetlak vzduchu v potrubí přívod

- množství vzduchu přívod, množství vzduchu odtah

Regulace otáček ventilátoru přívod od teploty prostor

- od "nedosažení" požadované teploty PROSTOR



T_{po} - požadovaná teplota prostor

I_{min} - minimální výměna vzduchu

Navyšovat množství přívodního vzduchu nad minimální množství je nutno, když je dosažena max. (zima), min. (léto) teplota přívodního vzduchu a teplota v prostoru je menší(zima)/větší(léto) víc jak o 1K oproti žádané. Snižovat množství je možné, když teplota v prostoru je větší(zima) / menší(léto) o 1K oproti žádané teplotě prostor.

Kvalita vzduchu

– obsah CO₂ ve vzduchu přívod, prostor, odtah

Obecně je vhodné měřit obsah CO₂ ve vzduchu:

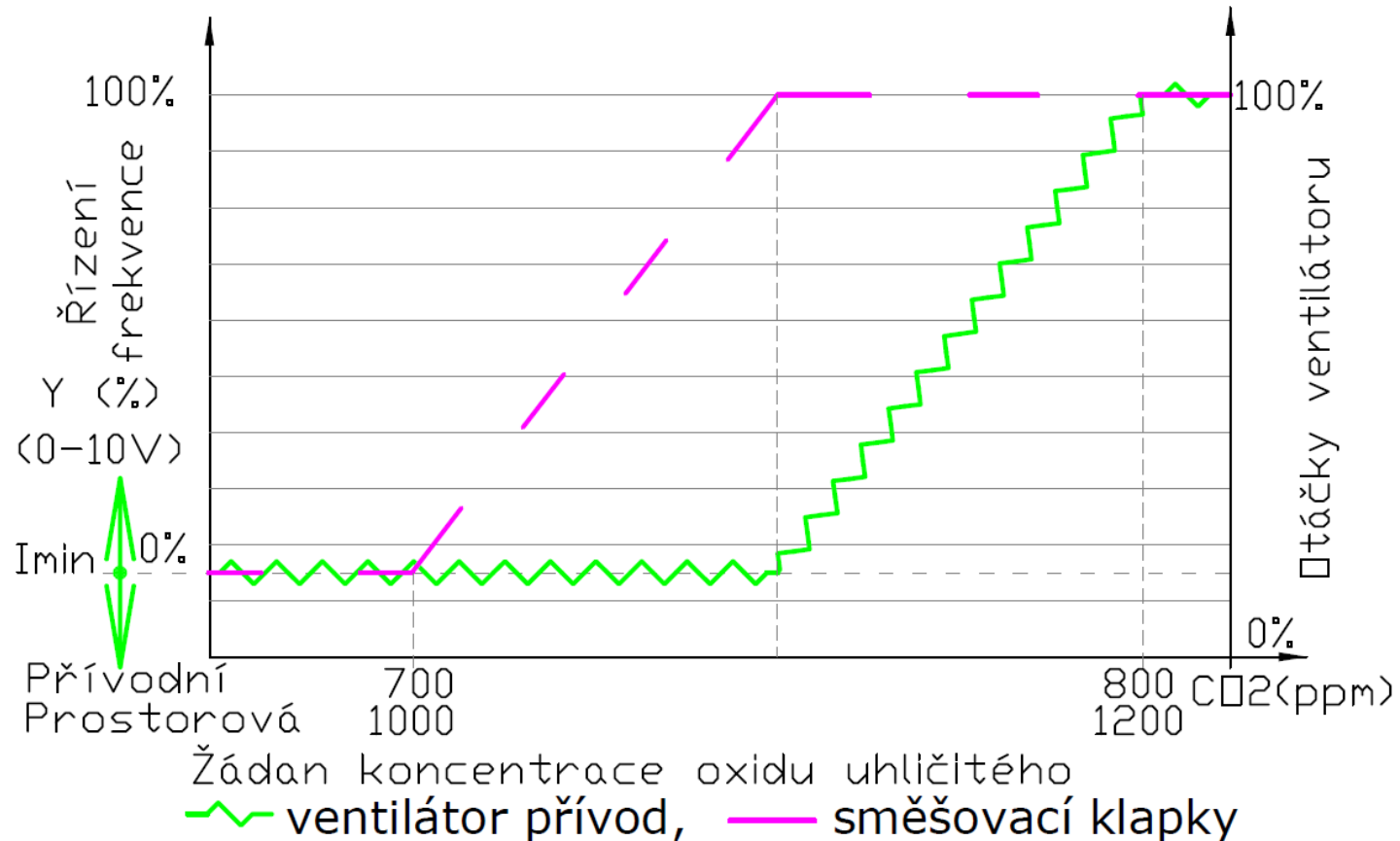
- Přívod – dle této hodnoty se omezuje množství přisávaného odtahovaného vzduchu do přívodního čerstvého funkčí směšování (má-li zařízení VZT směšování). Většinou nastavují na hodnotu 700 až 800ppm
- Prostor – většinou nastavují na hodnotu 1000 až 1200ppm
 - překročení 1400ppm se aktivuje, mimo jiné, chod zařízení a pokud VZT zařízení nezajišťuje větrání jen jednoho prostoru, výběr max. naměřené hodnoty CO₂ ze všech měřených prostorů reguluje klapky směšování a následně množství přívodního vzduchu.
- Odtah – pokud zařízení zajišťuje větrání jednoho prostoru, tak dle této hodnoty se reguluje kvalita přívodního vzduchu systémem klapek směšování a následně množstvím přívodního čerstvého vzduchu. Pokud je zařízení pro více prostorů, tato hodnota se neměří – o ničem nevypovídá
- **Základní požadavek na regulaci dle CO₂: Regulační algoritmus množství čerstvého vzduchu musí být vždy PROPORCIONÁLNÍ.** To znamená, že např. při CO₂ v prostoru naměřeno 1000 ppm je požadavek regulace na minimální množství čerstvého vzduchu od CO₂. Při CO₂ naměřeno 1200 ppm, je požadavek regulace na maximální množství čerstvého vzduchu od CO₂. Tato závislost je lineární.

Kvalita vzduchu

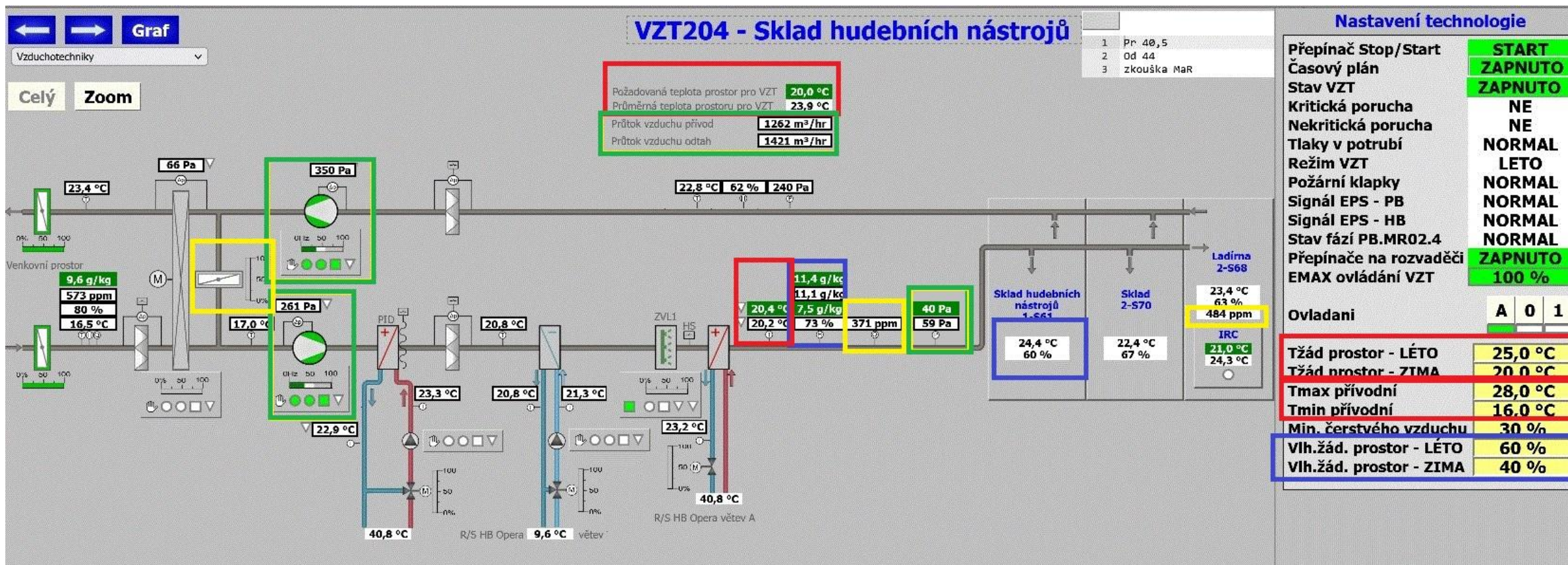
– obsah CO₂ ve vzduchu přívod, prostor, odtah

Regulace otáček ventilátoru přívod a směšování od obsahu kysličníku uhličitého (CO₂) ve vzduchu

➤ Od „nedosažení“ požadované koncentrace CO₂



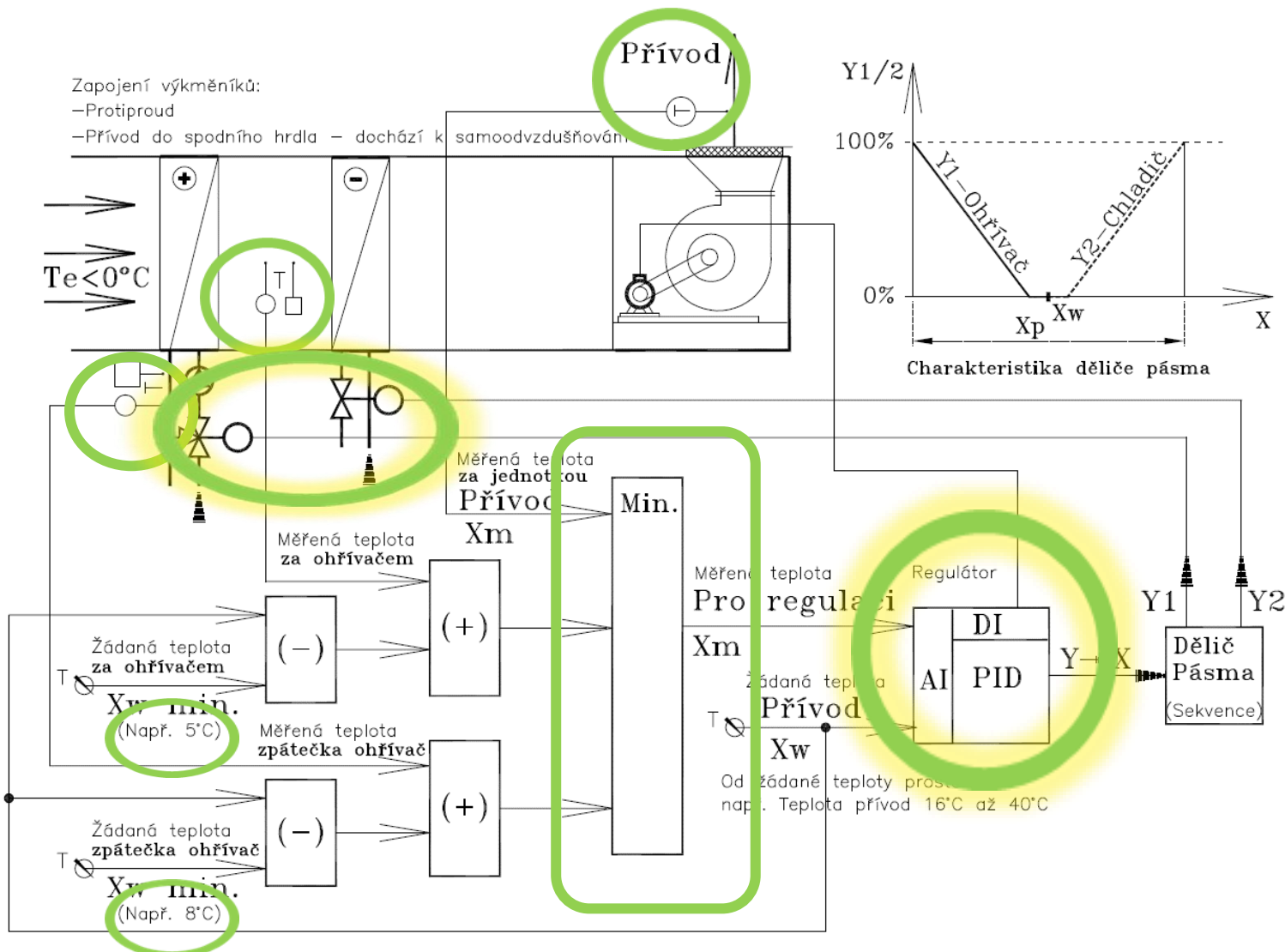
Vizualizace VZT zařízení s regulací teploty, vlhkosti, množstvím vzduchu a CO2



- Teplota,
 - Vlhkost,
 - Přetlak,
 - Kvalita vzduchu (CO2)

Protizámrazové ochrany s přívodem čerstvého vzduchu $T_e < 0^\circ\text{C}$

Regulační algoritmus pro VZT zařízení s protizámrazovou ochranou



Regulátor pro regulaci přívodní (výstupní) teploty z VZT jednotky svou funkcí zajistí současně protizámrazovou ochranu ohřivače i chladiče. Stačí zadat žádanou teplotu:

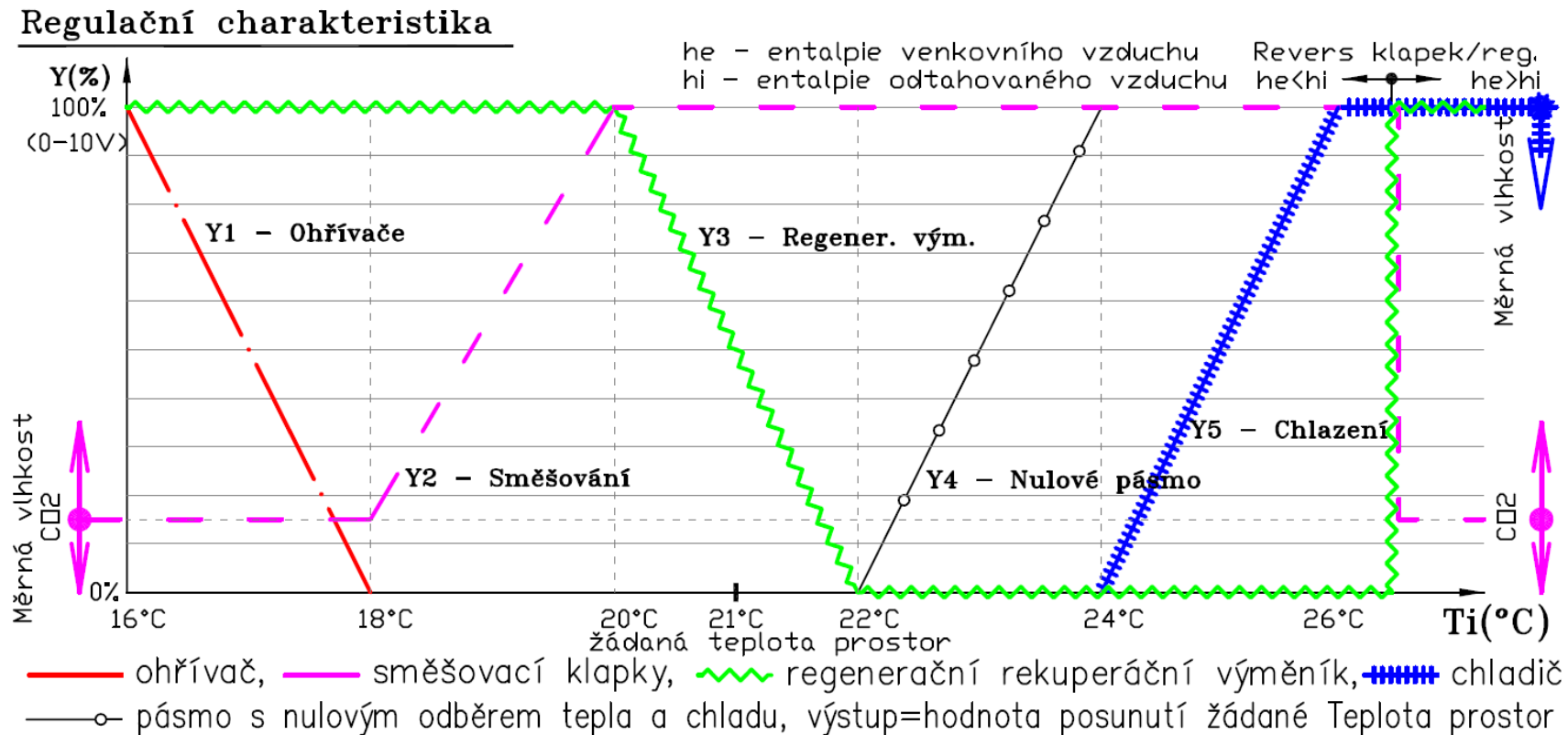
- Přívod
- Zpátečka ohřivač
- Vzduch za ohřivačem

Dochází k plynulému „přebírání jednotlivých teplot“ dle hodnot Měřená / Žádaná a ovládání regulačních ventilů ohřivače a chladiče

Regulační algoritmus řízení VZT jednotky pro žádanou

Teplotu, Relativní vlhkost prostor a obsah CO₂ v přívod i odtah/prostor, dle zadané regulační charakteristiky.

Ke každému schéma VZT zařízení by měl projektant vzduchotechniky přikládat mimo jiné podrobný popis co a jak požaduje regulovat, **regulační charakteristiku**, kde je znázorněna funkcionalita jednotlivých komponent schématu a požadavky na jednotlivé parametry a funkce.



Regulační algoritmus řízení VZT jednotky pro žádanou

Teplotu, Relativní vlhkost prostor a obsah CO2 v přívod i odtah/prostor, dle zadané regulační charakteristiky.

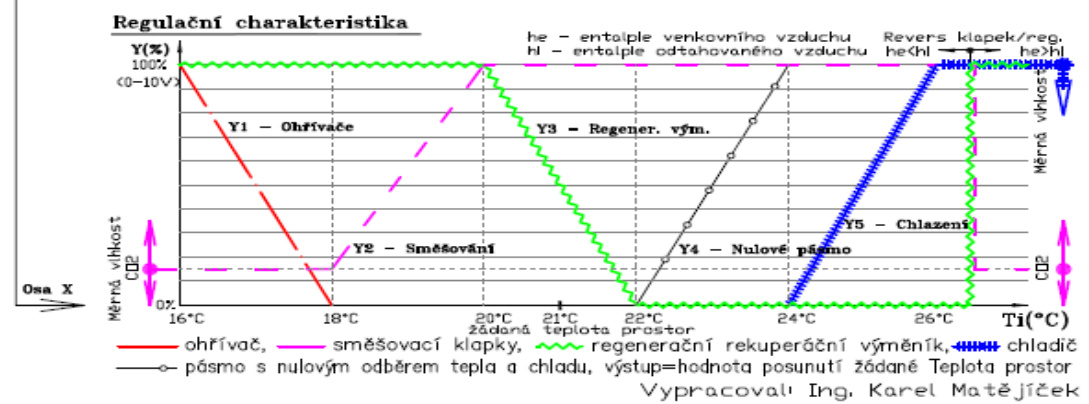
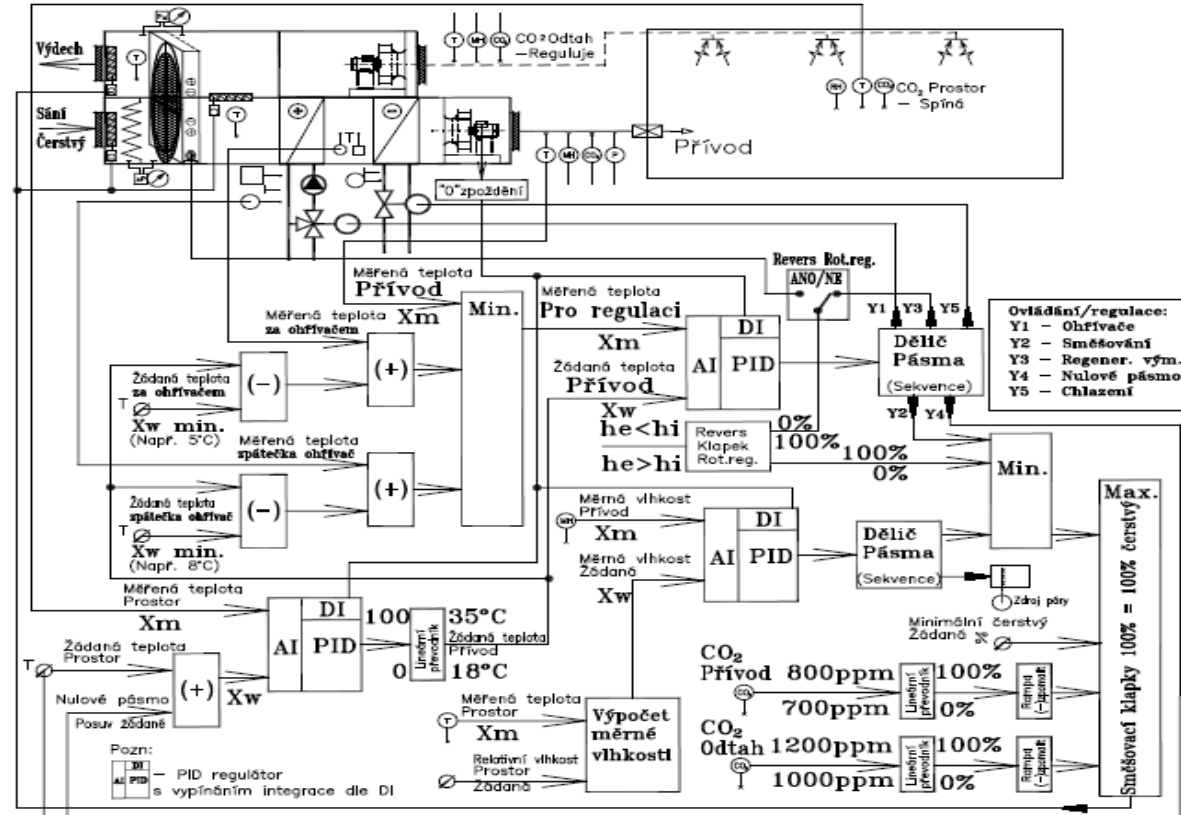
Ke každému schéma VZT zařízení by měl projektant vzduchotechniky přikládat mimo jiné podrobný popis co a jak požaduje regulovat, regulační charakteristiku, kde je znázorněna funkcionality jednotlivých komponent schématu a **požadavky na jednotlivé parametry a funkce.**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Zařízení		Množství min./max [m3/hod]		Regulace teploty přívodního vzduchu (IR - Individuální regulace prostoru)					Teplota prostor [°C]		Teplota přívod [°C]		Vlhkost prostor [%]	Obsah CO2 [ppm]				"O"Energie	Reku perace	Směšování		
Číslo	Název	Přívod	Odtah	Konstantní	Prostor	Odtah	IR	Od zon	zima	leto	min	max	Zima - Léto	Přívod	Prostor	Odtah	Alarm	Diference od žádané		ekonomické	min. čerstvého	CO2
1	Sál	600/1500	500/1400	-	ano	-	-	-	22	25	18	35	30-70	700-500	1000-1200		1400	3°C	ano	ano	ano	ano

X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS
Ohřev	Chlazení	Dohřev	Vlhčení	CO2	Zony	Protizámraz [°C]	Vlhčení pára	Regulace množství od				Start zařízení			Předběh			Teplota nižší než	Teplota vyšší než	Časový program	
						Voda	Vzduch	AL [%RV]	teploty	CO2	vlhkosti	kaskáda	časový progr.	optimalizace	událost	Zátop	Předchlazení	Větrání minut	°C	°C	Od-do
ano	ano	-	ano	ano	-	8	5	98	ano	ano	ano	CO2/tep	-	ano	ano	ano	ano	30	18	28	

Regulační algoritmus řízení VZT jednotky pro žádanou

Teplotu, Relativní vlhkost prostor a obsah CO₂ v přívod i odtah/prostor, dle zadané regulační charakteristiky.



Závěr

Je nezbytné, aby projektanti vzduchotechnických zařízení (VZT) v souladu s požadavky ČSN EN 16798-1, ČSN EN 13053 a souvisejících technických norem jednoznačně specifikovali v projektové dokumentaci:

1. Požadované parametrické podmínky pro jednotlivé prostory, zejména

- požadované množství vzduchu pro prostor (min. max množství, intenzitu výměny),
- teplotu vnitřního vzduchu (zimní i letní režim) – nutné nulové pásmo,
- relativní vlhkost (zimní i letní režim),
- požadovanou kvalitu vnitřního prostředí (kategorie IEQ/IDA dle ČSN EN 16798-1),
- požadavky na přetlaky a podtlaky v chráněných nebo technologických prostorách.
- atd. ...

2. Parametry přiváděného vzduchu (supply air) pro jednotlivé VZT jednotky a jejich provozní režimy, včetně

- minimálních a maximálních průtoků v režimu komfort/útlum,
- min. množství venkovního čerstvého vzduchu,
- teploty přiváděného vzduchu (min. i max.),
- relativní vlhkosti (pokud je parní – alarm od překročení). Měrná se počítá,
- požadovanou kvalitu přívodního, event. odvodního vzduchu,
- požadavků na filtraci dle ČSN EN ISO 16890,
- účinnosti rekuperace dle ČSN EN 308/ ČSN EN 13053.
- min. teploty protizámraz (vzduch, voda)
- atd. ...

Závěr

Je nezbytné, aby projektanti vzduchotechnických zařízení (VZT) v souladu s požadavky ČSN EN 16798-1, ČSN EN 13053 a souvisejících technických norem jednoznačně specifikovali v projektové dokumentaci:

3. Detailní popis funkcí a provozních vazeb jednotlivých komponent VZT, který slouží jako jednoznačný podklad pro zpracování projektu měření a regulace (MaR/BMS), zejména

- funkce ohřivačů, chladičů, zvlhčovačů a rekuperačních výměníků - formou regulační charakteristiky,
- regulace ventilátorů (přívod/odvod), včetně typů regulace (např. konstantní tlak, konstantní průtok, variabilní průtok),
- řízení směšovacích a uzavíracích klapek,
- alarmy/hlášení o nedosažení nastavených/požadovaných parametrů
- bezpečnostní a havarijní funkce (protimrazová ochrana, havarijní vypnutí, limitní stavy),
- požadavky na komunikaci a integraci do nadřazeného systému řízení (MaR/BMS).
- Atd. ...

Takto zpracovaný popis slouží jako závazný podklad pro návrh algoritmů řízení MaR/BMS, zajišťuje jednoznačný výklad funkce systému a umožňuje správné nastavení regulačních procesů v souladu s legislativními a normativními požadavky.

Děkuji za pozornost

Autor: Ing. Karel Matějčík
<http://www.ingmatejcek.cz/>