

TPW

Větrání

W 170 01

KONCEPT VĚTRÁNÍ

VENTILATION CONCEPT



Schváleno dne 21. 7. 2017

Registrováno Hospodářskou komorou České republiky

Číslo registrace HKCR/4/17/01 ze dne 16.8.2017

TPW 170 01 byla zpracována a schválena podle Metodických pokynů pro plánování, tvorbu a schvalování Pravidel správné praxe Hospodářské komory České republiky.



Realizace a vydání pravidel

Česká komora lehkých obvodových plášťů

Golčova 486

148 00 Praha 4

IČ: 75108241

ISBN

COPYRIGHT © ČKLOP 2017

Pořizování dotisků a kopií pravidel nebo jejich částí je dovoleno jen se souhlasem České komory lehkých obvodových plášťů.

Koncept větrání

Metodika vypracování konceptu větrání budov určených pro pobyt osob

Obsah

	Strana
1. Předmět dokumentu	5
2. Termíny, definice a grafické symboly	6
3. Požadavky na větrání	11
3.1 Hygienické požadavky	11
3.1.1 Čistota vnitřního vzduchu	11
3.1.2 Teplota vnitřního vzduchu	12
3.1.3 Relativní vlhkost vzduchu	12
3.2 Stavebně technické požadavky	12
3.2.1 Tepelná ochrana budov	12
3.2.2 Ochrana proti radonu	13
3.3 Technologické požadavky	13
3.3.1 Místnosti se spotřebiči paliv	13
3.3.2 Plynové kotelny	13
3.3.3 Garáže	13
3.4 Bezpečnostní požadavky	13
3.5 Požární požadavky	13
3.6 Energetické požadavky	13
3.7 Požadavky na kvalitu vzduchu přiváděného do větraných prostorů	14
4. Větrací systémy	14
4.1 Přirozené větrání	14
4.1.1 Infiltrace	14
4.1.2 Provětrávání	14
4.1.3 Použití provětrávání	15
4.1.4 Šachtové větrání	16
4.2 Nucené větrání	16
4.2.1 Nucené podtlakové větrání	16
4.2.2 Nucené rovnotlaké větrání	17
4.2.3 Teplovzdušné vytápění a větrání	17
4.2.4 Hybridní větrání	17
5. Stanovení průtoku větracího vzduchu	17
5.1 Podle obsazenosti	17
5.2 Podle intenzity větrání	17
5.3 Podle bilančních výpočtů	17
5.4 Podle potřeby vzduchu pro spalování	18
6. Odvod vzduchu	18
6.1 Požadavky na odváděcí otvory	18
6.2 Využití odváděného vzduchu – oběhový vzduch	18
7. Návrh větrání a výběr systému pro konkrétní prostory/budovy	18

7.1	Obytné budovy	18
7.2	Pobytové prostory	18
7.2.1	Budovy pro vzdělávání	19
7.2.2	Bazény	19
7.2.3	Kuchyně a restaurace	19
7.3	Pracovní prostory nevýrobní	19
7.4	Pracovní prostory výrobní	19
7.5	Prostory pro krátkodobý pobyt	20
7.5.1	Plynové kotelny	20
7.5.2	Garáže	20
8.	Požadavky na související profese	20
9.	Pokyny pro realizaci, převjímku větracího zařízení	20
9.1	Projektová dokumentace	20
9.2	Realizace	20
9.3	Převjímka dodaného díla	20
9.3.1	Zkoušky	20
9.3.2	Předání a převzetí díla	21
10.	Provoz a údržba	21
Příloha A (informativní) – Příklady větracích systémů obytných budov		22
Příloha B (informativní) – Příklady větracích systémů pro vzdělávací budovy		26
Příloha C (informativní) – Tvorba konceptu větrání		30
Příloha D – Bilanční výpočty pro návrh větrání		32
Příloha E (informativní) – Příklad řešení nuceného rovnotlakého větrání RD		34
Použitá literatura		39

1. Předmět dokumentu

Dokument slouží pro základní orientaci v problematice větrání budov pro pobyt osob. Je určen zejména pro přípravnou fázi dokumentace, kdy dochází k volbě koncepce větrání. Lze však ho využít ve všech fázích procesu návrhu, realizace a obsahuje i pokyny pro přejímku, provoz a údržbu větracího zařízení.

Dokument je určen všem osobám činným ve výstavbě, jejichž činnost se dotýká tvorby vnitřního prostředí v budovách - budoucím stavebníkům, uživatelům, developerům, architektům, projektantům, dodavatelským firmám, provozovatelům i pracovníkům stavebních úřadů a orgánům ochrany veřejného zdraví. Dokument se uplatní při návrhu novostaveb, rekonstrukcích i při změnách užívání budov, zejména pokud dochází k výměně okenních výplní.

Dokument je metodickou pomůckou pro návrh větrání při respektování hlavních aspektů (hygiena, zdraví, stavba, energie). Opírá se o závazné právní předpisy (zákony, nařízení vlády, vyhlášky), závazné, resp. doporučené technické normy (ČSN EN, ČSN), doporučené technické normativní informace TNI a technická pravidla (např. TPG) a to vždy v jejich platných zněních. Některá doporučení vycházejí ze zahraničních podkladů a zkušeností.

Dokument rozlišuje následující budovy/prostory pro pobyt osob:

- obytné (rodinné domy, bytové domy), odst. 7.1,
- pobytové (shromažďovací prostory, divadla, kina, sportovní areály, školy, čekárny, apod.), odst. 7.2,
- pracovní nevýrobní (např. kanceláře), odst. 7.3,
- pracovní výrobní (s výrobní technologií – větrání pro technologii tato metodika nezahrnuje), odst. 7.4,
- pro krátkodobý pobyt (garáže, kotelny, apod.).

Přehled právních předpisů a norem pro jednotlivé prostory je v tabulce 1.1.

Větrání zajišťuje přívod venkovního (čerstvého) vzduchu do vnitřních prostor budov a odvod vzduchu znehodnoceného pro zajištění požadované čistoty (kvality) vnitřního ovzduší. Větrání přispívá k odvodu tepelné zátěže, v zimním období musí být přiváděný venkovní vzduch ohříván na požadovanou teplotu.

Větrání obecně neřeší tepelnou a vlhkostní úpravu vzduchu v budovách - to je předmětem klimatizace. Součástí klimatizačních systémů pro pobyt osob však musí být vždy přívod venkovního vzduchu pro větrání.

Základní požadavky na větrání jsou uvedeny v kapitole 3.

V prostorech pracovních výrobních je zpravidla dominantním požadavkem na větrání zajištění odvodu škodlivin vznikajících v technologickém zařízení a přívod odpovídajícího průtoku venkovního vzduchu – takový větrací systém není předmětem této metodiky. V těchto prostorech musí být řešeny technologie tak, aby produkci průmyslových škodlivin nebylo zatěžováno pracovní prostředí. Požadavky hygienické, stavebnětechnické, technologické na větrání specifických prostorů, požární ochrany a bezpečnostní musí být i v těchto prostorech podle zásad této metodiky zajištěny.

Nedostatečné větrání je jednou z příčin nekvalitního prostředí budov – syndromu nemocných budov SBS (Sick Building Syndrome - WHO 1984). Větrání má prokazatelně vliv na lidské zdraví.

Větrání je vždy spojeno se spotřebou energie pro ohřev venkovního vzduchu, nucené větrání vyžaduje energii pro pohon ventilátorů. Systémy větrání musí být energeticky úsporné, z energetických důvodů však nelze větrání omezovat. Budovy musí být bezpečné, zdravotně nezávadné a uživatelsky přívětivé.

Předložená metodika slouží k vypracování koncepce větrání pro danou budovu, prostor. Protokol konceptu větrání (vzor viz příloha C) zahrnuje popis prostředků a opatření pro zajištění potřebného větrání podle požadavků v kapitole 3.

Odpovědnost za zpracování konceptu větrání nese investor / stavebník. Koncept větrání by měl zpracovávat projektant (autorizovaná osoba), který svým razítkem stvrzuje správnost navrženého řešení.

Tabulka 1.1 – Přehled vybraných právních předpisů a technických norem a jejich vztah k typu budovy a prostoru

Dokumenty	Budovy/prostory				
	Obytné	Pobytové	Pracovní nevýrobní	Pracovní výrobní	Pro krátkodobý pobyt
Právní předpisy					
Zákon č. 201/2012 Sb. [11]				X	
Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.[14]			X	X	
Vyhláška č. 268/2009 Sb. [24]	X	X			
Vyhláška č. 6/2003 Sb. [19]		X			
Vyhláška č. 238/2011 Sb. [25]		X			
Vyhláška č. 410/2005 Sb. [21]		X			
Nařízení č. 10 /2016 hl. m. Prahy [29]	X				
Technické normy a TNI					
ČSN EN 15665 [56]	X				
ČSN EN 15251 [54]	X	X	X		
ČSN EN 13779 [46]		X	X		
ČSN 73 0540 – 2 [67]	X	X			
ČSN 73 6058 [76]					X
ČSN 74 7110 [77]	X				
TNI CEN/TR 14788 [78]	X				
Technická pravidla					
TPG 908 02 [81]	X	X			X

2. Termíny, definice a grafické symboly

Aerace

přirozené větrání regulovatelnými větracími otvory ve stěnách a ve střeše, zejména pro použití v průmyslových provozech se zdrojem tepla.

Garantované parametry

soubor parametrů vnitřního prostředí (tepelné a vlhkostní prostředí, kvalita vnitřního prostředí, akustika), které musí být dodrženy v pobytové zóně v průběhu ročního a denního období, při definovaných parametrech okolního prostředí, chodu technologických zařízení, činnosti osob aj.

POZNÁMKA Garantované parametry mají být splněny zpravidla v pobytové zóně, definované v ČSN EN 13779 [46]. V ostatních případech se určují ve smlouvě mezi dodavatelem a odběratelem návrhu.

Hlavice větrací

koncová část odpadního vzduchovodu zabraňující vnikání deště, případně využívající vítr k zvýšení podtlaku ve vzduchovodu odpadního vzduchu.

Infiltrace

samovolné vnikání venkovního vzduchu do budovy spárami oken a dveří vlivem rozdílu tlaků vně a uvnitř budovy.

Intenzita větrání

poměr objemového průtoku přiváděného venkovního (čerstvého) vzduchu V_e [m^3/h] k objemu vnitřního větracího prostoru O [m^3]

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

POZNÁMKA: V současných zákonných předpisech a normách se často vyskytují nesprávné pojmy „násobnost výměny“ i „výměna vzduchu“, ale v obou případech se tím rozumí „intenzita větrání“.

Intenzita výměny vzduchu (výměna vzduchu)

poměr celkového objemového průtoku přiváděného vzduchu V_p [m^3/h] (vzduchu venkovního V_e a vzduchu oběhového V_o) k objemu vnitřního větraného prostoru O [m^3]

$$I_p = \frac{V_p}{O} \text{ [h}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

Klimatizace

úprava teploty, vlhkosti, čistoty a proudění vzduchu uvnitř budov, zpravidla celoročně s automatickou regulací. Klimatizace chladicími plochami (chladicí stropy, stěny) upravuje teplotu povrchu stěn místností a tím i střední radiační teplotu.

Klimatizační systém

koncepční soubor prvků pro úpravu tepelného a vlhkostního stavu vnitřního prostředí, pro úpravu čistoty vzduchu, pro distribuci tepla, chladu a vzduchu.

Klimatizační zařízení

konkrétní provedení klimatizačního systému v daném objektu.

Klimatizace dílčí

částečná úprava parametrů prostředí (komfortní klimatizace vždy s větráním), např. úprava teploty celoročně, úprava vlhkosti pouze v zimě.

Klimatizace komfortní

úprava parametrů prostředí pro dodržení hygienických podmínek pro osoby; je spojena vždy s větráním.

Kondenzace

proces tvorby kapalné vlhkosti na povrchu (místnosti, výměníku, předmětu), jehož teplota je nižší než teplota rosného bodu vzduchu, který je v kontaktu s tímto povrchem.

Koncentrace znečišťujících látek, škodliviny

hmotnostní nebo objemové množství znečišťujících látek v 1 m^3 vzduchu – hmotnostní koncentrace [$\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3], objemová koncentrace [cm^3/m^3 , $\text{ppm} = 1 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = 10^{-4} \% \text{ obj.} - \text{parts per milion} - \text{miliontina z celku}$).

Kvalita vnitřního vzduchu IDA

klasifikace znečištění vnitřního vzduchu podle ČSN EN 13779 [46]

Kvalita venkovního vzduchu ODA

klasifikace znečištění venkovního vzduchu podle ČSN EN 13779 [46]

Mikroventilace

je infiltrace. Jedná se o polohu okna, při níž došlo ke zvětšení jeho funkční spáry.

Množství venkovního, čerstvého vzduchu pro osoby

průtok venkovního vzduchu přiváděný pro jednu osobu do větraného prostoru [$\text{m}^3/\text{h os.}$].

Návrhové parametry

soubor požadovaných parametrů vnitřního prostředí a určujících podmínek okolního prostředí pro návrh větracího systému.

Obsazenost

počet osob přítomných v místnosti.

Odsávání

nucený odvod vzduchu z určeného místa.

Odsávací zákryt

koncový prvek odsávacího systému zřizovaný nad zdroji tepla, vodní páry (např. nad varnými plochami v kuchyních; nesprávně označovaný jako digestoř).

Pohoda tepelná

subjektivní pocit osob, při kterém je zachována tepelná rovnováha (tok tepla produkovaný tělem je roven toku tepla odnímaného tělu okolím) při zachování optimálních fyziologických parametrů – teploty kůže a limitní produkce potu.

Pracovní rozdíl teplot Δt_p

rozdíl teploty vnitřního vzduchu v místnosti [°C] a teploty přiváděného vzduchu místnosti [°C]; uplatní se v klimatizaci při přívodu chladného/teplého vzduchu do místnosti

$$\Delta t_p = |t_i - t_p| \text{ [°C]} \quad (3)$$

kde je

t_i teplota vnitřního vzduchu [°C],

t_p teplota přiváděného vzduchu [°C].

Provětrávání

Přirozené větrání občasným otevíráním oken.

Průvan

místní diskomfort ovlivněný teplotou a rychlostí vzduchu (viz ČSN EN ISO 7730 [36]).

Průvzdušnost budovy a stavebních prvků

průtok venkovního vzduchu do budovy (intenzita větrání) za podmínek definovaných ČSN 73 0540-2 [67].

Průvzdušnost oken a venkovních dveří

průtok vzduchu funkčními spárami při rozdílu tlaku vzduchu vně a uvnitř prostoru dle ČSN EN 12207 [38].

Regenerace tepla v zařízení ZZT

přenos tepla z odváděného vzduchu do akumulární hmoty a z ní následující přenos do přiváděného, venkovního, vzduchu.

Rekuperace tepla v zařízení ZZT

přenos tepla z odváděného vzduchu prostupem přes pevnou stěnu do přiváděného, venkovního, vzduchu.

Systém kombinovaného větrání a teplovzdušného vytápění, příp. chlazení

nucený přívod venkovního vzduchu ohřátého / chlazeného ve výměníku přiváděcí větrací jednotky, případně s využitím ZZT, pro větrání a krytí tepelné ztráty / tepelné zátěže s nuceným odvodem vzduchu.

Systém nuceného přívodu i odvodu vzduchu

přívod venkovního vzduchu ventilátorem (v zimním období vzduchu ohřátého), odvod vnitřního vzduchu ventilátorem.

Systém přirozeného přívodu vzduchu s odsáváním

přívod venkovního vzduchu infiltrací spárami oken, dveří, šachtou nebo větracími otvory (štěrbínami), odvod vnitřního vzduchu šachtou, vzduchovodem a ventilátorem.

Systém řízeného větrání se ZZT

nucený přívod venkovního vzduchu předehřátého ve výměníku ZZT s dohřevem vzduchu v ohřívači, nebo otopnými tělesy otopného systému ve větraném prostoru, odvod vzduchu nuceně do zařízení ZZT odváděcí větrací jednotky a následně do venkovního prostředí.

Systém řízeného větrání podle potřeby

řízení průtoku venkovního vzduchu podle kvality vzduchu, v praxi zpravidla podle koncentrace CO₂, ve větraném prostoru.

Teplota operativní

dle ČSN EN ISO 7730 [80] zahrnuje vliv teploty vzduchu, střední radiační teploty a rychlosti proudění vzduchu.

Teplota střední radiační

vyjadřuje vliv sálání stěn v místnosti na osoby, ČSN EN ISO 7726 [80].

Teplota výsledná

teplota měřená kulovým teploměrem, ČSN EN ISO 7726 [80].

Teplotní faktor (účinnost) ZZT (udává výrobce)

poměr skutečného ohřátí venkovního vzduchu k maximálně možnému ohřátí ve výměníku ZZT; umožňuje stanovit teplotu ohřívajícího venkovního vzduchu za výměníkem ZZT t_{e2} [°C], označení teplot dle obrázku 2.1. Platí pouze pro shodné hmotnostní průtoky přiváděného a odváděného vzduchu [30].

$$\Phi = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{o1} - t_{e1}} [-] \quad (4)$$

Tepelná zátěž

tok tepla odváděný z místnosti klimatizačním, případně větracím zařízením.

Tepelný zisk

tok tepla do budovy nebo místnosti z venkovního prostředí, okolních místností a z vnitřních zdrojů.

Tepelná ztráta

tok tepla z budovy nebo místnosti do okolního nebo venkovního prostředí, který je v zimním období kompenzován otopnou soustavou; zahrnuje tepelnou ztrátu prostupem a tepelnou ztrátu větráním.

Těkavá organická látka (Volatile Organic Compounds VOC)

organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, které za určitých podmínek v ovzduší mohou chemicky reagovat (zákon č. 201/2012 Sb. [11]).

Větrací systém

koncepční soubor prvků pro přívod venkovního, čerstvého vzduchu a odvod znehodnoceného, znečištěného vzduchu z větraných prostorů.

Větrací zařízení

konkrétní provedení větracího systému v daném objektu.

Větrání

výměna vzduchu vnitřního (znehodnoceného, znečištěného) uvnitř budov za vzduch venkovní.

Větrání hybridní

kombinace přirozeného a nuceného větrání.

Větrání nucené

proudění vzduchu ve větraném prostoru je způsobeno nuceným (mechanickým) účinkem – ventilátory, popř. ejektory.

Větrání přirozené

proudění vzduchu ve větraném prostoru je způsobeno přirozeným rozdílem tlaku vně a uvnitř větraného prostoru vytvořeného rozdílem hustoty (teploty) vzduchu vně a uvnitř větraného prostoru i účinkem větru.

Větrání šachtové

přirozený odvod vzduchu větrací šachtou, způsobený rozdílem hustoty venkovního vzduchu a hustoty vzduchu v šachtě, případně i účinkem větru působícího na výdechovou hlavici.

Vlhkostní faktor (účinnost) ZZV (udává výrobce)

poměr skutečného navlhčení venkovního vzduchu k maximálně možnému navlhčení ve výměníku ZZV; umožňuje stanovit měrnou vlhkost ohřívajícího venkovního vzduchu za výměníkem ZZT x_{e2} [g/kg], označení měrných vlhkostí dle obrázku 2.1. Platí pouze pro shodné hmotnostní průtoky přiváděného a odváděného vzduchu.

$$\psi = \frac{x_{e2} - x_{e1}}{x_{o1} - x_{e1}} [-] \quad (5)$$

Vyústka (výust')

prvek zakončující přívod nebo odvod vzduchu ve větraném prostoru.

Vzduch oběhový

část odváděného vzduchu, která se vrací do větraného prostoru (obrázek 2.2).

Vzduch odpadní

část odváděného vzduchu, která je vypouštěna do venkovního prostředí (obrázek 2.2).

Vzduch odváděný

znehodnocený, znečištěný vzduch odváděný z větraného prostoru (obrázek 2.2).

Vzduch přiváděný

vzduch přiváděný do větraného prostoru; zahrnuje vzduch venkovní a vzduch oběhový (obrázek 2.2).

Vzduch převáděný

vzduch proudící otvorem mezi dvěma místnostmi za účelem větrání (obrázek 2.2).

Vzduch venkovní (čerstvý, větrací)

vzduch přiváděný do vnitřních prostorů k větrání (obrázek 2.2).

Vzduch vnitřní

vzduch ve vnitřním prostředí (obrázek 2.2).

Zdroj znečišťující látky

složka prostředí i osoby produkující znečišťující látky do vnitřního ovzduší (stavební materiály, nábytek, spalovací zařízení, činnost osob – např. vaření, venkovní ovzduší).

Znečišťující látka, škodlivina

látka znečišťující ovzduší, působící negativně na zdraví člověka i životní prostředí.

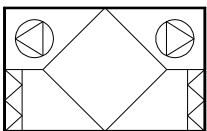
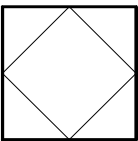
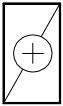
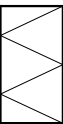
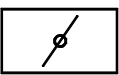
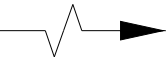
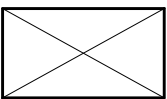
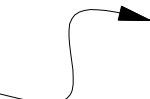
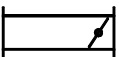
Zpětné získávání tepla (ZZT)

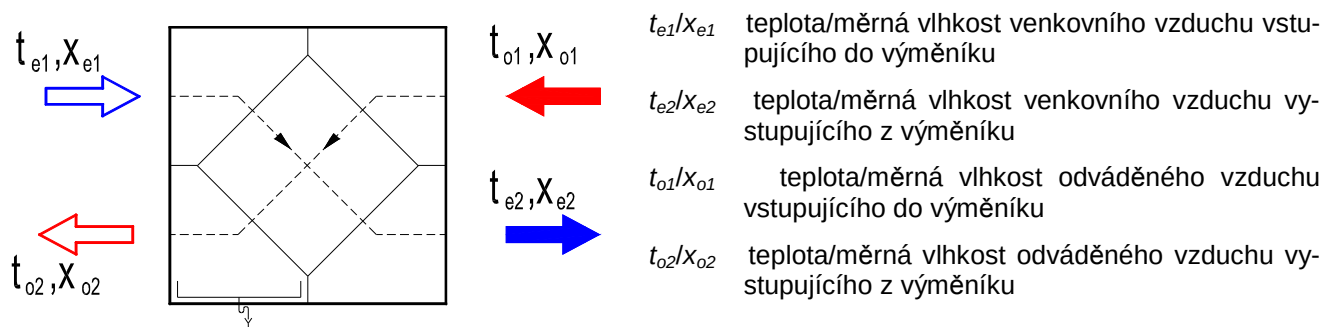
využití tepla z odváděného vzduchu k ohřevu vzduchu venkovního.

Zpětné získávání vlhkosti (ZZV)

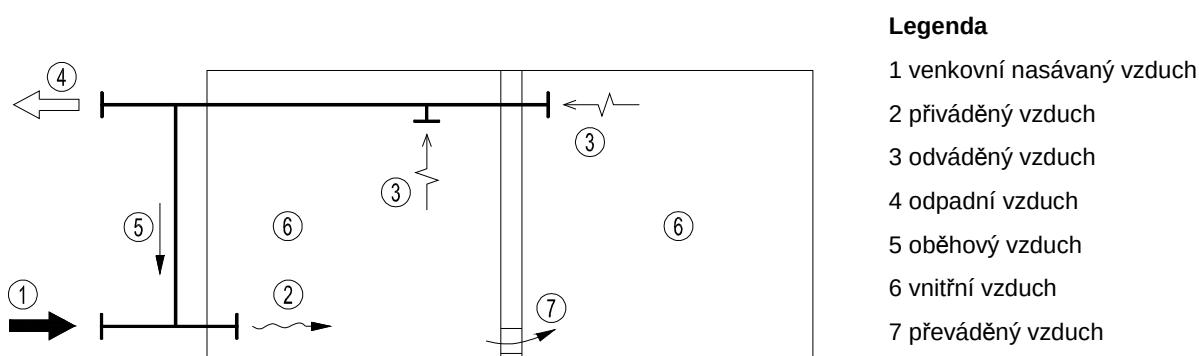
využití vlhkosti z odváděného vzduchu ke zvýšení vlhkosti přiváděného venkovního vzduchu.

Tabulka 2.1 – Grafické symboly

	Vzduchotechnická jednotka se ZZT a filtry		Čidlo CO ₂
	Výměník ZZT		Čidlo teploty
	Ventilátor		Regulace časového provozu
	Ohřívač		Servopohon
	Filtr		Přívod vzduchu
	Regulátor průtoku vzduchu		Odvod vzduchu
	Tlumič hluku		Převod vzduchu
	Otvor v obvodové stěně pro přívod vzduchu - uzavíratelný		



Obrázek 2.1 – Schéma zpětného získávání tepla / vlhkosti



Obrázek 2.2 – Znázornění proudů vzduchu ve větraném prostoru

3. Požadavky na větrání

3.1 Hygienické požadavky

Hygienické požadavky se týkají úpravy

- čistoty (kvality) vnitřního vzduchu,
- teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu.

3.1.1 Čistota vnitřního vzduchu

Vnitřní vzduch je znečišťován produkcí znehodnocujících, škodlivých látek (oxid uhličitý CO_2 , těkavé organické látky VOC, tuhé částice, radon, vodní pára, a další), které se uvolňují v prostředí, případně jsou obsaženy ve venkovním přiváděném vzduchu. Ve výrobních prostorách vznikají škodliviny z technologického procesu.

Čistota vnitřního vzduchu je zajištěna odvodem znehodnoceného, znečištěného vzduchu a přívodem venkovního vzduchu (požadavky na průtok vzduchu viz kapitola 5). Požadavkem je, aby koncentrace znečišťujících látek nepřekročily přípustné hodnoty dle legislativních předpisů, případně norem v prostorech:

- obytných: oxid uhličitý CO_2 [56],
- pobytových: oxid uhličitý CO_2 [24], [46], některé specifické škodliviny [19],
- pracovních nevýrobních: oxid uhličitý CO_2 [46], specifické škodliviny [14],
- pracovních výrobních: specifické škodliviny [14].

Průtok přiváděného /odváděného vzduchu [m^3/s], který zajistí nepřekročení přípustných hodnot koncentrací [mg/m^3 , ppm] se určí, pokud je známá produkce znečišťujících látek [kg/s], viz odst. 5.3. Výpočet se uplatní např. pro větrání garáží [76].

Pro osoby v obytných, pobytových i pracovních prostorech, je třeba zajistit přívod venkovního vzduchu v souladu s požadavky právních předpisů a technických norem. Množství vzduchu v [$\text{m}^3/\text{h os.}$], [h^{-1}] určují právní předpisy, případně normy následovně:

- obytných: [24], [56],
- pobytových: [24], [19], [25], [21],
- pracovních nevýrobních i výrobních: [14].

Z prostorů, kde dochází k znehodnocení vzduchu činností osob (WC, koupelny, kuchyně, bazény) se odvádí vzduch, jehož množství je dáno níže uvedenými předpisy a normami:

- obytné a pobytové prostory [m^3/h zař. před.]: [56], [19],
- pobytové prostory a pracovní nevýrobní [m^3/h zař. před.]: [74],
- kryté bazény, sauny [h^{-1}], [m^3/h zař. před.]: [25].

3.1.2 Teplota vnitřního vzduchu

Teplota vnitřního vzduchu je ve větraných prostorech výsledkem tepelné bilance vnitřních a venkovních zdrojů tepla, tepelných vlastností budovy a stavu venkovního přiváděného vzduchu. Větráním nelze zajistit přesně definovanou teplotu vnitřního vzduchu, zpravidla je to možné pouze v omezeném pásmu hodnot daném druhem prostředí a venkovními klimatickými podmínkami. Přesně definované teploty vnitřního vzduchu umožňuje dosáhnout klimatizace.

Hygienické požadavky na tepelný stav prostředí v legislativních předpisech definují, kromě teploty vzduchu t [$^{\circ}\text{C}$], i teplotu operativní t_o [$^{\circ}\text{C}$] a teplotu výslednou t_g [$^{\circ}\text{C}$] [35]. Teplota operativní i výsledná zahrnují, kromě teploty vzduchu, i vliv teploty okolních ploch místnosti a rychlosti vzduchu na tepelný pocit osob.

V prostorech obytných, pobytových, pracovních nevýrobních, kde se nevyskytují významné vnitřní zdroje tepla, resp. kde okenní plochy jsou v letním období opatřeny účinným stíněním sluneční radiace (teplota rozměrných povrchů místnosti se významně neliší od teploty vzduchu), se při návrhu větrání podle ČSN EN 13779 [46] použije teplota vnitřního vzduchu. Podrobněji o operativní/výsledné teplotě viz [91], [36].

Venkovní vzduch v zimním období se musí ohřívat – v ohřívací větrací jednotky, nebo otopnými plochami systému vytápění v místnosti. V obou případech je nutná součinnost s návrhem systému vytápění a zásobování teplem.

Požadavky na teplotu vnitřního vzduchu (operativní/výslednou teplotu) udávají v prostorech:

- obytných, pobytových, pracovních nevýrobních (v chladném období roku): vyhlášky [19], [20], [21] a ČSN EN 12831 [41],
- pracovních výrobních i nevýrobních (celoročně): nařízení vlády [14].

3.1.3 Relativní vlhkost vzduchu

V budovách/místnostech určených pro pobyt osob je přijatelné pásmo relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v rozmezí 30 až 70 %. V zimním období přívodem ohřívávaného venkovního vzduchu se relativní vlhkost vnitřního vzduchu snižuje – v náročných provozech se proto v zimním období přiváděný venkovní vzduch zvlhčuje (klimatizací).

POZNÁMKA: Krátkodobé překročení (např. v létě v období dešťů) / podkročení (např. v zimním období) limitních hodnot relativní vlhkosti v prostorách pro pobyt osob nezpůsobí podstatné zhoršení kvality prostředí.

Závazné požadavky na relativní vlhkost vnitřního vzduchu udávají v prostorech:

- pobytových: vyhlášky [19], [21],
- pracovních výrobních i nevýrobních: nařízení vlády [14].

POZNÁMKA: Požadavek na vnitřní relativní vlhkost vzduchu z hlediska konstrukce budovy viz odstavec 3.2.1.

3.2 Stavebně technické požadavky

3.2.1 Tepelná ochrana budov

Tepelná ochrana se řeší v souvislosti s požadavky zákona o hospodaření s energií, resp. vyhláškou 78/2013 Sb.

Tepelná ochrana budov a související ochrana proti vlhkosti se řeší dle ČSN 73 0540-2 [67]. Z pohledu větrání norma zahrnuje požadavek na průvzdušnost spár a netěsností obvodových konstrukcí, na celkovou průvzdušnost obálky budovy a udává doporučené hodnoty intenzity větrání místností [h^{-1}].

3.2.2 Ochrana proti radonu

Ochrana budov proti radonu z podloží se řeší dle ČSN 73 0601 [68]. Rozhodující je stanovení radonového indexu pozemku pro stavební řízení.

Kromě stavebních opatření je větrání vnitřního prostoru budov a podloží významným opatřením pro snížení rizika výskytu vysokých koncentrací radonu v budovách.

Při změně stávající stavby, která se týká těsnosti obálky budovy nebo systému větrání, je třeba doložit (měřením v dokončené stavbě nebo výpočtem), že objemová aktivita radonu v prostorách určených pro pobyt osob nepřekračuje směrné hodnoty stanovené vyhláškou č. 307/2002 Sb. [18].

3.3 Technologické požadavky

3.3.1 Místnosti se spotřebiči paliv

Místnosti se spotřebiči paliv, které pro spalování nasávají vzduch z místnosti, musí mít zajištěn pro splování přívod venkovního vzduchu a nesmí být větrány podtlakově.

Plynové spotřebiče podle způsobu odvádění spalin (provedení spotřebičů) třídí TNI CEN TR 1749 [79] do kategorií A (např. sporáky), B (např. průtokové ohřívače), C (např. kotle s nasáváním vzduchu pro spalování z venkovního prostoru). Obecný požadavek na přívod venkovního vzduchu do prostorů, kde jsou instalovány plynové spotřebiče, udává vyhláška [24]. Podrobně se podmínkami pro přívod venkovního vzduchu pro spalování a odvod spalin zabývají technická pravidla TPG 704 01 [80].

Z hlediska odvodu spalin komíny rozlišuje ČSN 73 4201 [75] spotřebiče uzavřené (provedení C), otevřené (v provedení B), uzavíratelné (spotřebič, u něhož lze regulovat přívod spalovacího vzduchu nasávaného z prostoru, v němž je umístěn) a spotřebiče s otevřeným ohništěm (otevřený krb).

3.3.2 Plynové kotelny

Požadavky na větrání prostorů se spotřebiči na plynná paliva s celkovým výkonem větším než 100 kW udávají technická pravidla TPG 908 02 [81], která se doporučují i pro prostory, kde jsou spotřebiče s celkovým výkonem 50 až 100 kW.

3.3.3 Garáže

Požadavky na provozní, havarijní i požární větrání nadzemních i podzemních garáží udává ČSN 73 6058 [76]. Další požadavky na garáže pro vozidla na CNG stanovuje TPG 982 01.

3.4 Bezpečnostní požadavky

V prostorech, kde se vyskytují látky hořlavé, nebezpečné výbuchem se zajišťuje větráním koncentrace těchto látek pod dolní mezí výbušnosti, podrobněji viz ČSN EN 60079-10-1 [61]. Pro parkování vozidel na plynná paliva požaduje ČSN 73 6058 [76] havarijní větrání.

3.5 Požární požadavky

Požární požadavky zahrnují tři oblasti:

- požární ochrana vzduchotechnických zařízení proti šíření požáru,
- větrání chráněných únikových cest (CHÚC),
- zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOTK).

Hlavní požární požadavky jsou upraveny zejména vyhláškou č. 246/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů [17], vyhláškou č. 23/2008 Sb. [23] ve znění pozdějších předpisů, a normami [69] až [73].

3.6 Energetické požadavky

U všech větracích systémů musí být zajištěn ohřev přiváděného venkovního vzduchu následovně:

- u přirozeného, hybridního a nuceného podtlakového větrání zajišťuje ohřev venkovního vzduchu otopná soustava v místnosti; tento požadavek výrazně ovlivňuje dimenzování velikosti zdroje tepla a otopných ploch i jejich regulační schopnosti,
- u nuceného rovnotlakého větrání se venkovní přiváděný vzduch zpravidla předeřívá ve výměníku pro zpětné získávání tepla, dohřev musí pokrýt ohřívač vzduchu ve větrací jednotce nebo otopná soustava v místnosti.

Ohřev vzduchu musí být zajištěn za všech provozních stavů, charakterizovaných zejména:

- proměnlivostí počtu osob přítomných ve větraném prostoru,
- proměnlivostí venkovních klimatických podmínek (především teploty venkovního vzduchu),
- změnami doby užívání během dne a v ročním období.

Z pohledu energetické náročnosti budov je potřeba tepla pro ohřev venkovního vzduchu zahrnuta v potřebě tepla na vytápění [45].

Parametry venkovního vzduchu pro dimenzování výměníků tepla ve větracích zařízeních jsou uvedeny v ČSN 12 7010/Z1 [66].

Dodržení hygienických a provozních požadavků na větrání musí být upřednostněno před dosažením energetických úspor v souladu s normou ČSN 73 0540 – 2 [67].

3.7 Požadavky na kvalitu vzduchu přiváděného do větraných prostorů

Kvalita nuceně přiváděného vzduchu závisí na požadované kvalitě vzduchu vnitřního; ČSN EN 13779 [46] udává 4 třídy kvality vnitřního vzduchu (IDA 1 až IDA 4). Vhodný způsob filtrace venkovního vzduchu závisí, kromě požadované třídy IDA, i na kvalitě venkovního vzduchu (dle ČSN EN 13779 [46] třídy ODA 1 až ODA 3). Pro danou kombinaci tříd IDA a ODA se dle [46] použijí doporučené filtry třídy G, M, F (třídění filtrů dle ČSN EN 779 [31]).

Oběhový vzduch lze v budovách pro pobyt osob použít bez filtrace, pokud ve větraných prostorech nevznikají specifické škodliviny (uvedené v [14]). Jinak musí být oběhový vzduch vyčištěn (dle [14]) tak, aby koncentrace škodliviny v oběhovém vzduchu byla nižší než 5 % koncentrace *PEL* (přípustný expoziční limit) udané v [14].

Přírozený přívod venkovního vzduchu lze použít, z hlediska kvality venkovního vzduchu, pouze v oblastech kde venkovní vzduch není výrazně znečištěn. Doporučuje se využít informací Českého hydrometeorologického ústavu.

4. Větrací systémy

4.1 Přírozené větrání

Průtok vzduchu je vyvolán přírozeným rozdílem tlaku vně a uvnitř větraného prostoru. Tlakový rozdíl vzniká buď rozdílem hustoty vzduchu vně a uvnitř větraného prostoru (ovlivněným rozdílem teploty uvnitř a vně prostoru), a/nebo tlakovým účinkem větru.

Systémy přírozeného větrání mají funkci časově omezenou. Trvale může být přírozené větrání využíváno pouze tehdy, je-li potřebný tlakový rozdíl vlivem rozdílu teplot zajištěn nepřetržitě v požadovaném období, což u většiny moderních budov není trvale reálné. Tlakový účinek větru není rovněž trvalý, neboť rychlost větru je proměnná. Nevýhodou je nemožnost filtrace a ohřevu přiváděného venkovního vzduchu (nelze zařadit ohříváč) – účinný tlak je relativně malý a nepostačuje k překonání tlakových ztrát těchto prvků. Ohřev vzduchu musí zajistit otopná soustava. Průtok venkovního vzduchu je nekontrolovatelný, není zaručeno větrání v celém prostoru. Nevýhodou je možnost vzniku tepelného diskomfortu v blízkosti oken v zimním období.

4.1.1 Infiltrace

Je přírozené větrání netěsnými spárami oken, nebo dveří. Přívod venkovního vzduchu infiltrací do místností je nejintenzivnější v zimě, kdy zvyšuje tepelné ztráty. Zdokonalené těsnění oken omezuje přírozené větrání infiltrací a snižuje odvod vlhkosti (z kuchyní aj.), což v zimním období může vést ke kondenzaci vodních par na vnitřním povrchu (nedostatečně tepelně izolovaných) obvodových konstrukcí, k jejich navlhání, tvorbě plísní i k možnému narušení konstrukce.

Větrání pouze infiltrací spárami oken (vč. mikroventilace) nelze pro budovy s novými a rekonstruovanými okny uvažovat (v souladu s ČSN EN 15665/Z1 [56]).

POZNÁMKA: Údaje o průvzdušnosti obálky budovy dle ČSN 730540-2 [67] nelze uvažovat pro návrh reálného větrání budovy.

4.1.2 Provětrávání

Je občasné, přerušované větrání otevíráním oken. Z energetického hlediska se doporučuje větrat krátce, často a velkými průřezy. Kromě venkovních klimatických podmínek je provětrávání značně závislé na chování uživatele.

Při *jednostranném* provětrávání v zimním období proudí spodní částí otevřeného okna do místnosti chladnější venkovní vzduch, horní částí okna se vzduch z místnosti odvádí. V letním období při $t_e > t_i$ je proudění opačné. Hmotnostní průtok přiváděného a odváděného vzduchu je shodný. Při zanedbání účinku větru lze objemový průtok přiváděného venkovního vzduchu přibližně stanovit ze vztahu

$$\dot{V}_e = 1200 \mu b \sqrt{\frac{g(\rho_e - \rho_i) h^3}{\rho_e}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6)$$

kde je

- μ výtokový součinitel okna (pro plně otevřená okna $\mu = 0,6$ [-])
- b šířka okna [m]
- h výška okna [m]
- g tíhové zrychlení [m/s^2]
- ρ_e, ρ_i hustota venkovního, vnitřního vzduchu [kg/m^3]

Průtok venkovního vzduchu stanovený podle rovnice (6) odpovídá trvalému větrání v [m^3/h]. Provětrávání je zpravidla provozováno omezenou dobu τ [h]. Množství vzduchu které se přivede do místnosti za tuto dobu je

$$V_e = \dot{V}_e \tau \quad [\text{m}^3] \quad (7)$$

Aby bylo možné toto množství porovnat s požadavky na větrání je nutno, za předpokladu provětrávání v krátkodobých intervalech, převést celkový objem větracího vzduchu na průtok za celou dobu větrání.

Při návrhu provětrávání je nutno zohlednit proměnlivost venkovních klimatických podmínek. Funkčnost provětrávání se doporučuje ověřit výpočtem pro více provozních stavů (teploty venkovního vzduchu -13; 0 a 13 °C).

Příčné větrání je umožněno minimálně dvěma otvory, které jsou umístěny v protilehlých stěnách. Vztah (6) pro příčné větrání neplatí.

4.1.3 Použití provětrávání

Provětrávání obytných budov nesplňuje požadavek na trvalé větrání dle ČSN 15665/Z1 [56] a může vést i ke zhoršení kvality vzduchu v budově.

Tabulka 4.1 – Limity pro použití přirozeného větrání na trvalém pracovišti

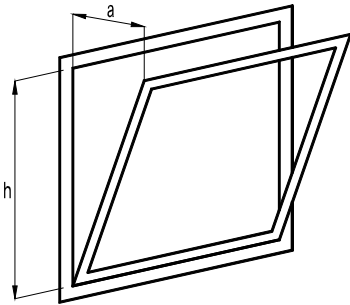
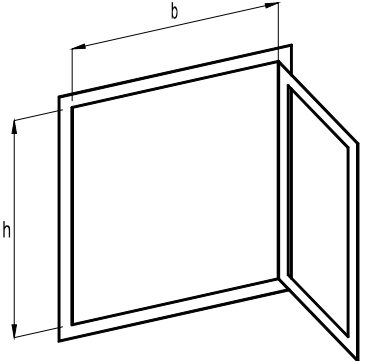
Systém	Maximální hloubka místnosti B [m]	Maximální počet osob v místnosti	Minimální průtočný průřez okna [m ² /10 m ² podlahové plochy]
Jednostranné větrání	$B_{\max} = 2,5.H$ (pro $H > 4$ m, je $B_{\max} = 10$ m)	1 osoba / 10 m ² podlahové plochy	1,0
Příčné větrání	$B_{\max} = 5.H$ (pro $H > 4$ m, je $B_{\max} = 20$ m)		0,6
H - čistá výška místnosti [m]			

Provětrávání lze použít u místností, které nejsou trvalým pracovištěm ve smyslu nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [14]. U trvalých pracovišť nevýrobní povahy (např. kanceláře) lze provětrávání připustit pouze za podmínek definovaných v tab. 4.1 [90]; obvykle se jedná o neklimatizovaná pracoviště.

Všechny obytné a pobytové prostory (pokud je to technicky možné) by měly být vybaveny otevíratelnými okny pro větrání v době, kdy není v provozu otopná soustava (v přechodovém a letním období). Intenzivním krátkodobým přirozeným větráním se zpravidla dosáhne vyšších průtoků venkovního vzduchu (např. pro odvod letní tepelné zátěže v noci), než nuceným větráním navrženým na minimální přívod venkovního vzduchu.

Tam kde je instalována klimatizace se z energetických důvodů nedoporučuje používat provětrávání.

Okno	Výklopné	Otevíratelné
------	----------	--------------

Schéma		
Výpočet průtočného průřezu	$S_p = a \times h$	$S_p = b \times h$

Obrázek 4.1 – Průtočný průřez okna

4.1.4 Šachtové větrání

Přirozený odvod vzduchu větrací (stavebně provedenou) šachtou, způsobený rozdílem hustoty venkovního vzduchu a hustoty vzduchu v šachtě, případně i účinkem větru působícího na výdechovou hlavici je typickým větracím prvkem v historických budovách. V současnosti pro obytné budovy nesplňuje požadavky na trvalé větrání a proto se, kromě specifických případů, nedoporučuje.

4.2 Nucené větrání

Proudění vzduchu je způsobeno mechanickým (nuceným) účinkem – ventilátory, případně ejektory. Podle tlakových poměrů, resp. poměru průtoků vzduchu přiváděného V_p [m³/h] a odváděného V_o [m³/h] je větrání:

- a) podtlakové $V_o > V_p$
- b) přetlakové $V_o < V_p$
- c) rovnotlaké $V_o = V_p$

Podle dispozičního řešení jsou systémy:

- a) centrální (ústřední) – centrální v bytovém domu, v bytě, rodinném domu,
- b) decentrální (lokální) – lokální větrací jednotky v místnostech.

Tam kde je instalovaná klimatizace se doporučuje použít řízené (nucené) větrání podle potřeby.

Sání venkovního vzduchu se zpravidla realizuje v neosluněných místech (pokud možno na severní fasádě), kde venkovní vzduch a vnitřní prostředí nejsou znehodnoceny pachy, zvýšenou prašností, exhalacemi z dopravy, vysokou hlukovou zátěží, apod.

Návrh nuceného větrání se zpravidla provádí pro extrémní podmínky. Skutečný provoz větracího zařízení se od návrhového může lišit podle aktuálního využití domácnosti (větrání podle potřeby).

4.2.1 Nucené podtlakové větrání

Přívod venkovního vzduchu podtlakem (přisávání) větracími otvory integrovanými do obálky budovy je kombinován s nuceným odvodem vzduchu ventilátorem navrženým na potřebný průtok venkovního vzduchu.

POZNÁMKA: U obytných budov je ventilátor provozován trvale pro zajištění minimálního větrání i v době nepřítomnosti osob.

Prvky pro přívod venkovního vzduchu musí umožnit požadovaný průtok vzduchu a současně vyhovovat požadavkům na tepelně technické a akustické vlastnosti. V případě, že se jedná o větrací otvory (např. štěrby) integrované přímo do oken, nesmí jimi být zhoršeny vlastnosti oken pro dané umístění dle ČSN 14351-1 [48]. Integrované prvky musí být uzavíratelné.

Nucené podtlakové větrání lze použít tam, kde venkovní vzduch má vyhovující kvalitu.

Lokální přívod chladného venkovního vzduchu do větraných prostor v zimním období roku vytváří v blízkosti otvorů pro přívod vzduchu riziko tepelného diskomfortu.

4.2.2 Nucené rovnotlaké větrání

Nucený přívod i odvod vzduchu (mechanicky ventilátory) představuje vyšší kvalitu větrání než nucené podtlakové větrání. Nucené rovnotlaké větrání umožňuje využití zpětného získávání tepla (dále ZZT). Pro větrání obytných budov v zimním období je doporučovaným systémem.

Větrací jednotka je vybavena ventilátory pro přívod a odvod vzduchu, filtry vzduchu, výměníkem ZZT, případně ohřívačem. Je-li jednotka vybavena ohřívačem vzduchu, jeho výkon se reguluje na požadovanou teplotu přiváděného vzduchu.

4.2.3 Teplovzdušné vytápění a větrání

Slouží pro krytí tepelných ztrát i pro přívod venkovního vzduchu (větrání). Uplatňuje se např. v lehkých stavbách s nízkou akumulací schopností z důvodu rychlé odezvy systému na změnu venkovních klimatických podmínek. Pro předehřev venkovního vzduchu se používá výměník zpětného získávání tepla. Charakteristické je využití oběhového vzduchu. Vzduch přiváděný do prostoru (venkovní a oběhový) je pak dohříván na požadovanou teplotu.

4.2.4 Hybridní větrání

kombinuje účinky přirozených (vztlakových) sil se silou mechanickou (nuceným větráním). Koncepce hybridního větrání spočívá ve střídání obou režimů (přirozeného a nuceného) tak, aby byla dodržena minimální výměna venkovního vzduchu bez vysokých nároků na spotřebu elektrické energie pro dopravu vzduchu. Při nedostatečném přirozeném tlakovém rozdílu se uvádí automaticky do chodu ventilátor a systém pracuje jako podtlakový.

Nutné jsou poměrně rozměrné vzduchovody tak, aby přirozený vztlak pokryl tlakové ztráty systému.

5. Stanovení průtoku větracího vzduchu

5.1 Podle obsazenosti

Pro danou obsazenost (počet osob v prostoru n) a množství vzduchu na osobu D s ohledem na činnost člověka se stanoví průtok venkovního vzduchu

$$\dot{V}_e = n \cdot D \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (8)$$

kde je

n počet osob v daném prostoru [-],

D množství venkovního vzduchu na osobu [$\text{m}^3/\text{h.os}$].

Praktické použití: pro pracovní prostory nevýrobní povahy (kanceláře) dle [14], pobytové prostory dle [24], budovy pro vzdělávání [21].

5.2 Podle intenzity větrání

Pro doporučenou hodnotu intenzity větrání I [h^{-1}] se stanoví podle rovnice (1) průtok venkovního vzduchu

$$\dot{V}_e = I \cdot O \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (9)$$

kde je

O vnitřní objem větraného prostoru [m^3]

Praktické použití: typické pro obytné budovy [56].

5.3 Podle bilančních výpočtů

V budovách pro pobyt osob se vyskytují prostory, kde se větrání navrhuje podle specifických metod, založených na bilanci znečišťujících látek, vlhkosti, tepla (viz příloha D). Pro návrh je třeba znát (v případě ustálených dějů) produkci znečišťující látky M_s [kg/h], vlhkosti M_w [kg/h], toku tepla Q [W] a odpovídající charakteristické veličiny

- koncentraci znečišťující látky v přiváděném venkovním vzduchu, přípustnou koncentraci ve vnitřním ovzduší [mg/m^3],
- měrnou vlhkost venkovního vzduchu x_e [$\text{kg}/\text{kg}_{\text{s.v.}}$], požadovanou měrnou vlhkost vnitřního vzduchu x_i [$\text{kg}/\text{kg}_{\text{s.v.}}$],
- teplotu venkovního přiváděného vzduchu t_e [$^{\circ}\text{C}$], požadovanou teplotu vnitřního vzduchu t_i [$^{\circ}\text{C}$].

Praktické použití:

- podle bilance znečišťujících látek: nucené větrání hromadných garáží - ČSN 73 6058 [76],
- podle bilance vlhkosti: větrání krytých bazénů – viz odborná literatura,
- podle tepelné bilance: při trvalém působení vnitřní tepelné zátěže (trvalé zdroje tepla v prostorách stíněných proti venkovní tepelné zátěži) – viz odborná literatura.

5.4 Podle potřeby vzduchu pro spalování

Prostory, kde jsou umístěny spotřebiče paliv otevřené (provedení B), uzavíratelné nebo spotřebiče s otevřeným ohništěm (podle ČSN 73 4201 [75]) musí mít vždy zajištěn přívod spalovacího vzduchu z venkovního prostředí [24] a nesmí být větrány podtlakově. Přívod vzduchu k plynovým spotřebičům řeší TPG 70401 [80]. Minimální množství vzduchu, považováno za hygienické minimum, musí být navýšeno o dostatečné množství spalovacího vzduchu pro spotřebiče umístěné v tomto prostoru.

Praktické použití: Je-li v prostoru s otevřeným spotřebičem (v provedení B) umístěno další zařízení vytvářející podtlak, jako jsou např. jiné spotřebiče s odtažením spalin do komína, nebo s ventilátorem, nebo jiné ventilátory, centrální vysavače, je nutné posoudit a zohlednit tlakové podmínky v tomto prostoru.

6. Odvod vzduchu

6.1 Požadavky na odváděcí otvory

Odvod znehodnoceného vzduchu by měl být realizován v blízkosti zdroje znečištění (koupelny, WC, odsávací zákryty nad varnými plochami, apod.). V prostorách bez výrazného zdroje znečištění (např. kanceláře, byty) se odváděcí výústky umísťují v úrovni stropu. Není vhodné umísťovat odsávací výústky v meziprostoru podhledu místností z důvodu jeho možného znečištění.

V budovách s novými těsnými okny nelze realizovat odvod vzduchu bez přívodu venkovního vzduchu (Příloha A případ A.4).

Požadavky na odvod vzduchu z hygienického zázemí budov jsou součástí norem [19], [74], [25] (zpravidla je uvedeno množství odváděného vzduchu na zařizovací předmět viz 3.1.1).

Výfuk odpadního vzduchu do atmosféry musí být proveden podle požadavků ČSN 12 7010 [66].

6.2 Využití odváděného vzduchu – oběhový vzduch

Oběhový vzduch se využívá pro snížení pracovního rozdílu teplot (např. pro teplovzdušné vytápění). Požadavky na kvalitu oběhového vzduchu stanoví ČSN 12 7010 [66].

7. Návrh větrání a výběr systému pro konkrétní prostory/budovy

7.1 Obytné budovy

Podle vyhlášky č. 268/2009 Sb. [24] musí mít obytné místnosti zajištěno větrání v souladu s normovými hodnotami. Větrání obytných budov se doporučuje navrhovat podle normy ČSN 15 665/Z1 [56]. Z hlediska použití přirozeného větrání platí obecné zásady uvedené v kapitole 4. Pro výběr vhodného systému větrání obytných budov slouží informace uvedené v příloze A.

POZNÁMKA 1: Větrání obytných budov musí být navrženo tak, aby bylo schopné provozu za všech venkovních klimatických podmínek.

POZNÁMKA 2: Domovy pro seniory, ubytovny apod. se doporučuje navrhovat obdobně jako obytné budovy.

7.2 Pobytové prostory

Pobytové místnosti musí mít podle vyhlášky č. 268/2009 Sb. [24] zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání. Provětrání pobytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimálním množstvím venkovního vzduchu $25 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu, nebo minimální intenzitou větrání $0,5 \text{ h}^{-1}$. Jako ukazatel kvality vnitřního ovzduší slouží oxid uhličitý CO_2 , jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu $1\,500 \text{ ppm}$.

Z hlediska volby systému větrání platí obecné zásady uvedené v kapitole 4.

V místnostech se spotřebiči paliv je nutno splnit požadavky odstavce 5.4. Kromě minimálního průtoku vzduchu pro osoby je nutno zajistit i dostatečné množství venkovního vzduchu určeného pro spotřebiče paliv (spalovací vzduch).

7.2.1 Budovy pro vzdělávání

7.2.1.1 Učebny

Učebny jsou pobytovým prostorem, na něž se vztahuje vyhláška MZČR č. 410/2005 Sb. [21]. Minimální množství venkovního vzduchu trvale přiváděného do učeben v době pobytu žáků činí $20 \text{ m}^3/\text{h}$ na žáka. Vyhláška stanovuje i průtoky odváděného vzduchu z místností se zdroji škodlivin. Pro vyučující je učebna trvalým pracovištěm. Minimální množství vzduchu na osobu se stanoví podle nařízení vlády podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění pozdějších předpisů [14] a činí $25 \text{ m}^3/\text{h}$.

S ohledem na hospodárnost provozu je možné minimální průtok venkovního vzduchu, trvale přiváděného do učeben v době pobytu žáků navrhovat podle metodického pokynu SFŽP [92], který rozlišuje věk žáků. V případě, že není známo budoucí využití učeben, použije se pro návrh vždy vyšší průtok vzduchu.

Pro výběr vhodného systému větrání budov pro vzdělávání slouží informace uvedené v příloze B.

Větrání specializovaných učeben (dílny, chemické laboratoře, apod.) se navrhuje rovněž s ohledem na produkci škodlivin (viz odstavec 5.3).

7.2.1.2 Ostatní prostory

Kabinety a sborovny nejsou trvalým pracovištěm ve smyslu nařízení vlády č. 93/2012 Sb. [14] a připouští se přirozené větrání oknem (provětrávání).

Hygienické zázemí (toalety, umývárny, sprchy) se doporučuje větrat podtlakově s nárazovým (podle pohybového čidla) nebo časovým provozem (např. o přestávkách). Průtoky odváděného vzduchu se stanoví podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. [21] v platném znění.

Centrální šatny se větrají v souladu s vyhláškou č. 410/2005 Sb. [21] ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb. §18.

Tělocvičny se připouští větrat přirozeně. V případě využití tělocvičny jako shromažďovacího prostoru se doporučuje použít nucené větrání s regulací průtoku vzduchu podle koncentrace CO_2 (tj. větrání podle potřeby). Průtoky vzduchu se stanoví podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. [21] v platném znění.

Jídelna je pobytovým prostorem a větrání se řeší ve smyslu vyhlášky č. 268/2009 Sb. [24].

Kuchyně se větrají podle doporučených pravidel (např. VDI 2052 [86]).

7.2.2 Bazény

Na bazény se vztahuje Vyhláška č. 238/2011 Sb. [25]. Větrání bazénů se doporučuje dimenzovat podle VDI 2089 [87] s ohledem na produkci vodní páry z vodní hladiny.

7.2.3 Kuchyně a restaurace

Na kuchyně se vztahuje Vyhláška č. 137/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů [20]. Větrání kuchyní se doporučuje dimenzovat podle VDI 2052 [86].

Restaurace je pracovní prostor s přístupem veřejnosti.

7.3 Pracovní prostory nevýrobní

Při návrhu větrání pracovních prostor nevýrobní povahy (např. kanceláře administrativních budov) je nutné respektovat nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [14], ve kterém jsou uvedeny požadavky na minimální průtoky venkovního vzduchu pro osoby.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [14] připouští použití přirozeného větrání. Podmínky použití přirozeného větrání u pracovních prostor nevýrobní povahy jsou zřejmé z odstavce 4.1.3.

Upřesňující informace pro nebytové budovy (např. návrhovou obsazenost prostor) poskytuje norma ČSN EN 13 779 [46].

7.4 Pracovní prostory výrobní

U pracovních prostor výrobní povahy je nutno zajistit kromě minimálního průtoku vzduchu pro osoby i dostatečné množství venkovního vzduchu určeného pro spotřebiče paliv (spalovací vzduch) a množství určeného pro potřeby technologií umístěných v tomto prostoru i splnění limitních koncentrací škodlivin dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [14] (viz odstavec 5.3).

7.5 Prostory pro krátkodobý pobyt

7.5.1 Plynové kotelný

Větrání plynových kotlen se navrhuje podle TPG 908 02 [81].

7.5.2 Garáže

Větrání garáží se navrhuje podle normy ČSN 73 6058 [76], další požadavky na garáže pro vozidla na CNG stanovuje TPG 982 01.

8. Požadavky na související profese

Pro správnou funkci vzduchotechnických zařízení je nutno zajistit dodávku příslušných energií a součinnosti následujících návazných profesí:

- stavební práce,
- vytápění a chlazení,
- zdravotně technické instalace,
- elektroinstalace,
- měření a regulace,
- ochrana proti hluku a vibracím,
- požární ochrana.

Požadavky na související profese jsou uvedeny v normě ČSN 12 7010 [66].

9. Pokyny pro realizaci, přejímku větracího zařízení

9.1 Projektová dokumentace

Výchozím podkladem pro realizaci díla je ověřená (podle zákona č. 183/2006 Sb. [9]) projektová dokumentace zpracovaná v rozsahu a obsahu dokumentace pro provádění stavby podle přílohy č. 6 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. [22]. Z dokumentace musí být jednoznačné, jaké parametry jsou navrženým větracím zařízením garantovány.

9.2 Realizace

Předpokladem pro správný průběh realizace díla a jeho úspěšného předání a převzetí je řádně uzavřená smlouva o dílo mezi dodavatelem a odběratelem. Pro realizaci díla se doporučuje vybrat společnost s odpovídající kvalifikací v oboru vzduchotechnika. Při výběru dodavatele lze využít informace uvedené v § 54 (Profesní kvalifikační předpoklady) a v § 56 (Technické kvalifikační předpoklady) zákona č. 137/2006 Sb. [8].

Změny při výstavbě je vhodné projednávat s autorem projektu a mít jeho písemný souhlas s provedením změn. V případě změn musí být vždy zachován snadný přístup ke všem komponentům, které vyžadují seřizování, údržbu, kontrolu, revizi atd. Přístup musí být umožněn i přes zakrývající stavební konstrukce, jako jsou pevné podhledy a ostění, např. zabudováním a označením odnímatelných dílců nebo dveří. Veškeré realizované změny se zaznamenávají do dokumentace skutečného provedení stavby, rozsah a obsah této dokumentace je stanoven v příloze č. 7 vyhlášky č. 499/2006 Sb. [22].

9.3 Přejímka dodaného díla

9.3.1 Zkoušky

Prověření způsobilosti vzduchotechnického zařízení se ověřuje:

- 1) zkouškou chodu, která ověřuje schopnost delšího provozu zařízení,
- 2) zaregulováním výkonových parametrů, kdy se seřizuje dopravované množství vzduchu v potrubních rozvodech a na distribučních elementech na hodnoty uvedené v projektu,
- 3) případně dalšími zkouškami pro ověření parametrů instalovaného zařízení (např. měření hluku ve venkovním i vnitřním prostředí, měření mikroklimatických parametrů ve větraných prostorech, měření koncentrace škodlivin, měření tlakových poměrů a další zkoušky určené projektem nebo dodavatelskou smlouvou).

Výsledky zkoušek se zapisují a vyhodnocují do protokolu. Součástí protokolu o provedených zkouškách je i schéma (případně dispozice) se zakreslenými místy, ve kterých bylo provedeno měření nebo odběry.

POZNÁMKA 1: Zkoušky vzduchotechniky se musí provádět v době, kdy prostory stavby již nejsou znečištěny stavebním prachem a odpadem. Nesmí dojít k zanesení stavebního prachu a dalších nečistot do potrubních rozvodů.

POZNÁMKA 2: Pokud je větrání spojeno s klimatizací, je třeba výkonové parametry větrání a klimatizace ověřovat za vnitřních a venkovních klimatických podmínek blízkých zimním, resp. letním extrémům.

9.3.2 Předání a převzetí díla

Podmínky předání a převzetí díla vychází z normy [40] a jsou uvedeny ve smlouvě o dílo v souladu s občanským zákoníkem.

Součástí předání hotového díla profese vzduchotechnika je i předání dokumentace k tomuto dílu. Tuto dokumentaci tvoří následující položky (jsou-li relevantní):

- projekt skutečného provedení stavby,
- stavební deník,
- návody pro obsluhu a údržbu jednotlivých zařízení,
- protokol o zkoušce chodu a zaregulování vzduchotechnického zařízení včetně vyhodnocení,
- výsledky dílčích a komplexních zkoušek (pokud byly dohodnuty) včetně jejich vyhodnocení,
- protokol o autorizovaném měření hluku ve vnitřním a venkovním chráněném prostoru dle [16] stavby při provozu vzduchotechnického zařízení,
- kniha požárních klapek (protokol o vstupní revizi požárních klapek),
- revizní zprávy k zařízením, jejichž provedení to vyžaduje.

10. Provoz a údržba

Výchozím podkladem pro vypracování provozní dokumentace (řády, předpisy, směrnice) je dokumentace předaná zhotovitelem při převzetí díla (odst. 9.3.2). Další navazující dokumenty jsou: povinnosti pracovníků obsluhy a údržby, provozní deník, řešení havárií a požárů, plán údržby a obnovy, plán revizí a jejich evidence atd.

Provozní řád představuje soubor pravidel pro provozování objektu a jeho technického zařízení. O vypracování provozního řádu rozhodne provozovatel podle rozsahu zařízení a podle náročnosti na jeho provoz a obsluhu, nebo je to povinností uloženou zákonem (například ve smyslu §100 zákona č. 258/2000 Sb.).

Personál obsluhy musí prokázat znalost provozního řádu a navazujících dokumentů a je povinen tyto dokumenty při své práci respektovat. Pracovníci odpovědní za obsluhu a údržbu vzduchotechnického zařízení musí mít odbornou kvalifikaci odpovídající nárokům instalovaného technického zařízení.

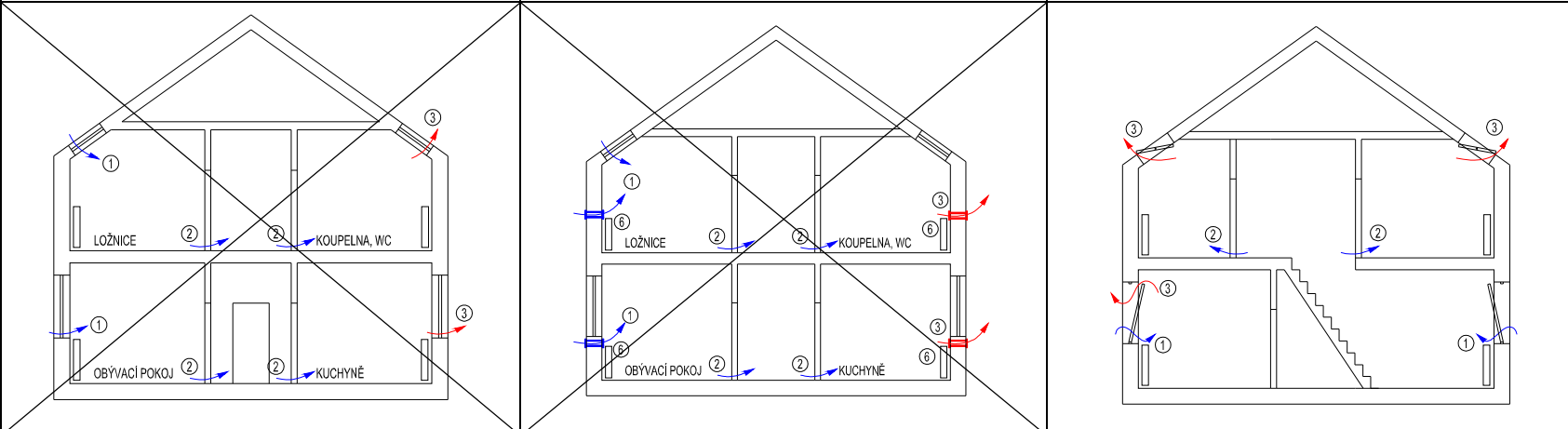
Pravidelné servisní prohlídky obsahují zejména následující úkony:

- výměnu filtrů (podle znečištění, zpravidla 1x za 3 měsíce),
- kontrolu požárních klapek (minimálně 1x ročně),
- kontrolu čistoty vzduchovodů a jejich částí; v případě znečištění se realizuje čištění (viz ČSN EN 15780 [59]),
- kontrolu klimatizačních systémů (viz vyhláška č. 193/2013 Sb. [28], normy [48], [50]),
- a další úkony uvedené v provozním řádu nebo v návodu k použití.

Vzduchotechnické zařízení by mělo být vybaveno inspekčními otvory, aby byl možný snadný přístup k čištění vnitřního prostoru vzduchovodů a ke kontrole jejich hygienické nezávadnosti. Tyto inspekční otvory je vhodné umisťovat zejména u ohybů potrubí. Poloha, značení a velikost inspekčních otvorů musí být uvedeny v projektové dokumentaci.

POZNÁMKA: U malých větracích zařízení RD a bytů vybavených nuceným větráním je nutné, aby majitel/provozovatel se podrobně seznámil s provozními pokyny předmětného zařízení.

Příloha A (informativní) – Příklady větracích systémů obytných budov

Číslo	A.1	A.2	A.3
Větrání	Přírozené větrání		
Popis	Infiltrace a mikroventilace	Větrací okenní štěrby	Provětrávání otevíratelnými okny
Schéma	 Legenda 1 přiváděný vzduch 2 převáděný vzduch 3 odváděný vzduch 4 nasávaný vzduch 5 odpadní vzduch 6 větrací otvor		
Charakteristika	Přírozené větrání netěsnostmi oken. Nová okna se vyznačují minimálním průtočným průřezem funkčních spár.	Obdoba A1. Na horizontální štěrbině nevznikne potřebný tlakový rozdíl vlivem rozdílné hustoty vzduchu, uplatňuje se tak zejména působení větru. Nejedná se o řízený přívod vzduchu.	Přírozené větrání závislé na rozdílu teploty vnitřního a venkovního vzduchu a na působení větru. Funkce větrání závisí plně na lidském faktoru. Nejedná se o řízený přívod vzduchu. Nezajistí trvalé větrání ani rovnoměrné provětrání prostor. V chladném období riziko tepelného diskomfortu v blízkosti oken.
Energie	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Nekontrolovatelný přívod vzduchu. Bez nároku na energii pro pohon ventilátorů.	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Nekontrolovatelný přívod vzduchu. Bez nároku na energii pro pohon ventilátorů.	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Bez nároku na energii pro pohon ventilátorů.
Ovládání	-	Ruční: otevřeno / zavřeno (pokud je umožněno)	Ruční: otevřeno / zavřeno.
Použití	Pro větrání obytných prostor se obecně nedoporučuje, nelze splnit požadavky na větrání.	Pro větrání obytných prostor se obecně nedoporučuje, nelze splnit požadavky na větrání.	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu, případně hluková zátěž. Pro větrání se obecně nedoporučuje, neboť nelze zajistit trvalé větrání. Připouští se tehdy, je-li uživatel obeznámen se skutečností, že větrání závisí na jeho chování.

Číslo	A.4	A.5	A.6
Větrání	Nucené podtlakové větrání		
Popis	Přívod vzduchu netěsnostmi v obálce budovy	Přívod vzduchu větracími otvory se samostatným odvodem vzduchu	Přívod vzduchu větracími otvory a lokálním odvodem vzduchu ventilátory do společného vzduchovodu
Schéma Legenda 1 přiváděný vzduch 2 převáděný vzduch 3 odváděný vzduch 4 nasávaný vzduch 5 odpadní vzduch 6 větrací otvor 7 ventilátor 8 vzduchovod			
Charakteristika	Nucené podtlakové větrání s přísáváním vzduchu netěsnostmi v obálce budovy.	Nucené podtlakové větrání s přísáváním vzduchu přes větrací otvory / štěrby v obálce budovy. Přívod vzduchu do obytných místností, odvod vzduchu z místností se zdrojem znečišťujících látek (kuchyně, koupelny, WC). Každý byt je napojen na samostatný odvodní vzduchovod.	Nucené podtlakové větrání s přísáváním vzduchu přes větrací otvory / štěrby v obálce budovy. Přívod vzduchu do obytných místností, odvod vzduchu z místností se zdrojem znečišťujících látek (kuchyně, koupelny, WC). Byty jsou napojeny na společný odvodní vzduchovod přes automaticky ovládanou těsnou klapku. Riziko proudění odváděného vzduchu do jiných bytů vlivem netěsností. Návrh musí prokázat spolehlivou funkci při různých provozních stavech.
Energie	-	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Nároky na energii pro pohon ventilátoru.	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Nároky na energii pro pohon ventilátoru.
Ovládání	-	Regulace průtoku ventilátoru na základě čidla CO ₂ nebo vlhkosti.	Regulace průtoku ventilátoru na základě čidla CO ₂ nebo vlhkosti.
Použití	Pro větrání nelze použít. Při současných požadavcích na výplně otvorů a těsnost obálky budovy nelze zajistit náhradu odváděného vzduchu.	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu. Pro eliminaci hlukové zátěže musí větrací otvor disponovat patřičným útlumem.	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu. Pro eliminaci hlukové zátěže musí větrací otvor disponovat patřičným útlumem.

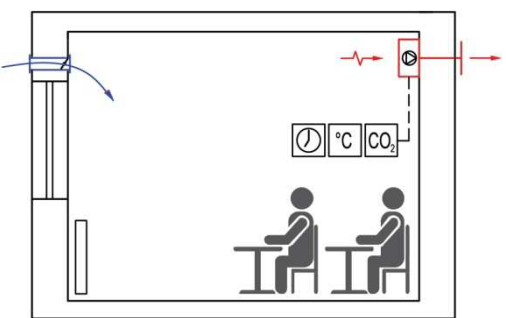
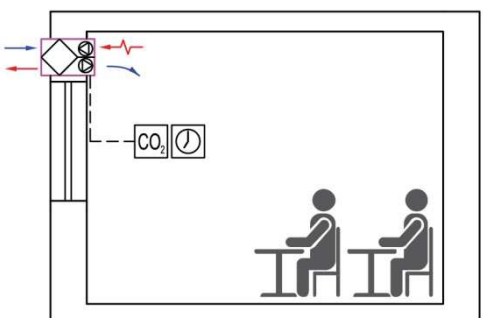
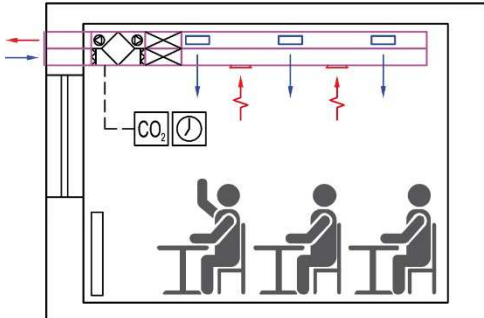
Číslo	A.7	A.8	A.9
Větrání	Nucené podtlakové větrání	Rotační (samočinné) větrací hlavice	Celkové nucené větrání (rovnotlaké)
Popis	Přívod vzduchu větracími otvory s centrálním odvodem vzduchu ventilátorem	Přívod vzduchu netěsnostmi v obálce budovy, nebo větracími otvory	Lokální větrací jednotky
Schéma Legenda 1 přiváděný vzduch 2 převáděný vzduch 3 odváděný vzduch 4 nasávaný vzduch 5 odpadní vzduch 6 větrací otvor 7 ventilátor 8 vzduchovod 9 VZT j. se ZZT 10 tlumič hluku 11 rotační hlavice 12 účinek větru			
Charakteristika	Nucené podtlakové větrání s přísáváním vzduchu přes větrací otvory / štěrby v obálce budovy. Přívod vzduchu do obytných místností, odvod vzduchu z místností se zdrojem znečišťujících látek (kuchyně, koupelny, WC). Byty jsou napojeny na společný odvodní vzduchovod.	Rotační hlavice nedisponují potřebným dopravním tlakem.	Přívod a odvod vzduchu větrací jednotkou se ZZT umístěnou v parapetu. Zpravidla je nutno použít větší počet jednotek prostupujících obvodovým pláštěm. Nezajistí celkové (rovnoměrné) provětrání prostoru. Bez možnosti odvodu kondenzátu (stéká po fasádě). Omezená možnost filtrace vzduchu. Jednotky emitují hluk.
Energie	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Nároky na energii pro pohon ventilátoru. Spotřebu ventilátoru nutno rozpočítat mezi bytové jednotky	-	Tepelná ztráta větráním je zčásti hrazena ZZT, zčásti musí být hrazena otopnou soustavou. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.
Ovládání	Možnost trvalého větrání. Odbočky možno vybavit regulátory průtoku vzduchu pro individuální regulaci.	-	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO ₂ .
Použití	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu případně hluková zátěž. Vhodné pro vícepodlažní objekty.	Pro větrání obytných budov se nedoporučují.	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.

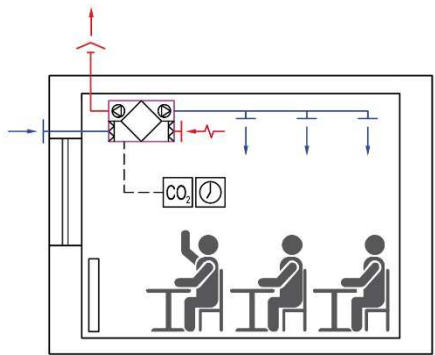
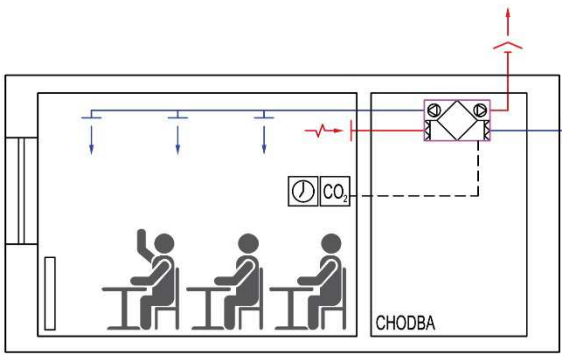
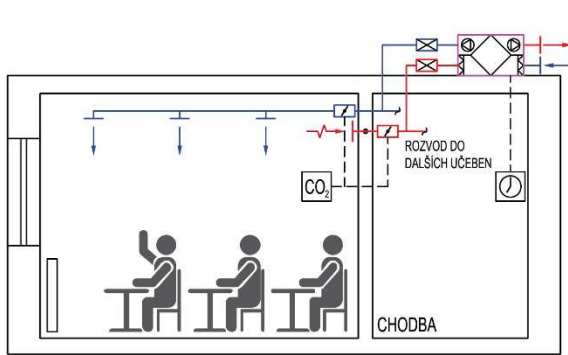
Číslo	A.10	A.11	A.12
Větrání	Celkové nucené větrání (rovnotlaké)		Teplovzdušné větrání a vytápění
Popis	Centrální bytové jednotky se ZZT	Centrální jednotka se ZZT pro obytnou budovu	Centrální jednotka pro rodinný dům se ZZT
Schéma Legenda 1 přiváděný vzduch 2 převáděný vzduch 3 odváděný vzduch 4 nasávaný vzduch 5 odpadní vzduch 6 větrací otvor 7 ventilátor 8 vzduchovod 9 VZT j. se ZZT 10 tlumič hluku			
Charakteristika	Větrání zajišťují lokální větrací jednotky se ZZT v každém bytě. Nutná údržba a výměna filtrů.	Větrání zajišťuje centrální větrací jednotka se ZZT. Jednotky emitují hluk, nutno řešit protihluková opatření. Nutná údržba a výměna filtrů.	Větrání a vytápění zajišťuje větrací jednotka se ZZT a ohřivačem vzduchu. Využití oběhového vzduchu. Nutná údržba a výměna filtrů.
Energie	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, menší část hradí otopná soustava, nebo může být jednotka vybavena ohřivačem. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, menší část hradí otopná soustava, nebo může být jednotka vybavena ohřivačem. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu. Spotřebu jednotky nutno rozpočítat mezi bytové jednotky	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, vzduch je dohříván na teplotu potřebnou pro úhradu tepelné ztráty. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu. Vyšší spotřeba přívodního ventilátoru.
Ovládání	Možnost trvalého větrání s individuálním nastavením. Regulace průtoku venkovního vzduchu podle čidla CO ₂ v referenční místnosti.	Možnost trvalého větrání. Odbočky možno vybavit regulátory průtoku vzduchu pro individuální regulaci.	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace teploty přiváděného vzduchu podle teploty vnitřního vzduchu. Automatické střídání režimů podle ročního období a využití domu. Průtok venkovního vzduchu regulován podle čidla CO ₂ .
Použití	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami. Vhodné pro budovy bez výrazné akumulační hmoty.

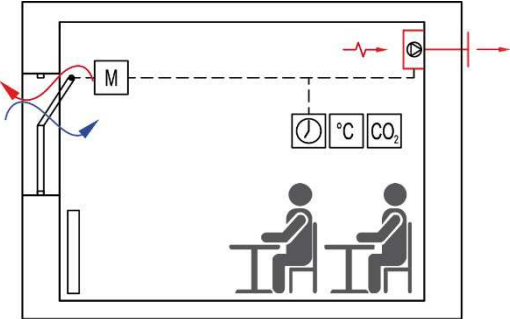
Příloha B (informativní) – Příklady větracích systémů pro vzdělávací budovy¹

Číslo	B.1	B.2	B.3
Větrání	Přírozené		
Popis	Infiltrace a mikroventilace / okenní štěrby	Provětrávání otevíratelnými okny	Provětrávání mechanicky otevíratelnými okny (křídly)
Schéma			
Charakteristika	Přírozené větrání netěsnostmi oken. Nová okna se vyznačují minimálním průtočným průřezem funkčních spár. Na horizontální okenní štěrbině nevznikne potřebný tlakový rozdíl vlivem rozdílné hustoty vzduchu, uplatňuje se tak pouze působení větru.	Přírozené větrání závislé na rozdílu teploty vnitřního a venkovního vzduchu a na působení větru. Funkce větrání závisí plně na lidském faktoru. Nejedná se o řízený přívod vzduchu. Nezajistí rovnoměrné provětrání prostoru. V chladném období riziko tepelného diskomfortu v blízkosti oken. Otevřená okna jsou rizikem z pohledu bezpečnosti žáků a ochrany proti vniknutí cizích osob.	Přírozené větrání závislé na rozdílu teploty vnitřního a venkovního vzduchu a na působení větru. Nezajistí rovnoměrné provětrání prostoru. V chladném období riziko tepelného diskomfortu v blízkosti oken. Otevřená okna jsou rizikem z pohledu ochrany proti vniknutí cizích osob.
Energie	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Bez nároku na energii pro pohon ventilátorů.	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Bez nároku na energii pro pohon ventilátorů.	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Bez nároku na energii pro pohon ventilátorů.
Ovládání	Omezeně nastavením průtočného průřezu spáry.	Ruční podle časového plánu nebo podle údajů čidla CO ₂ .	Provoz dle stanoveného časového plánu. Ovládání mechanické servopohonem (automaticky) podle čidla CO ₂ s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.
Použití	Pro větrání se nedoporučuje, nelze splnit požadavky na větrání dle platných předpisů.	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu. Pro větrání učeben se nedoporučuje. Připouští se pro učebny s individuální výukou (např. ZUŠ) nebo kabinety.	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu. Pro větrání učeben se nedoporučuje. Připouští se pro učebny s individuální výukou (např. ZUŠ) nebo kabinety.

¹ Podle [21] se jedná o „zařízení a provozovny pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých“

Číslo	B.4	B.5	B.6
Větrání	Nucené		
	Podtlakové	Rovnotlaké	Rovnotlaké
Popis	Odsávání lokálním ventilátorem	Lokální (parapetní) větrací jednotka v obvodovém plášti	Lokální potrubní podstropní větrací jednotka
Schéma			
Charakteristika	Nucené odsávání ventilátorem s přívodem venkovního vzduchu podtlakem okenními nebo parapetními štěrbinami. Odvod odsávaného vzduchu obvodovou stěnou nebo do vertikální šachty. V chladném období riziko tepelného diskomfortu v blízkosti otvorů pro přívod vzduchu. Ventilátor emituje hluk, nesmí být překročeny hlukové limity. Výhodnější je umístit ventilátor vně větrané místnosti.	Přívod a odvod vzduchu větrací jednotkou se ZZT umístěnou v parapetu. Zpravidla je nutno použít větší počet jednotek prostupujících obvodovým pláštěm. Nezajistí celkové (rovnoměrné) provětrání prostoru. Bez možnosti odvodu kondenzátu (stéká po fasádě). Omezená možnost filtrace vzduchu. Jednotka emituje hluk, nesmí být překročeny hlukové limity.	Přívod a odvod vzduchu podstropní větrací jednotkou se ZZT a filtrací, tlumičem hluku s kompaktním krátkým vzduchovodem pro přívod a odvod vzduchu. Zajistí celkové (rovnoměrné) provětrání prostoru. Nutný prostup v obvodové stěně. Kompaktní zařízení s filtrací, ZZT, tlumením hluku a distribucí přiváděného vzduchu. Jednotka v učebně emituje hluk, nesmí být překročeny hlukové limity. Nutná údržba, servis, výměna filtrů.
Energie	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Potřeba energie pro pohon ventilátoru.	Tepelná ztráta větráním je zčásti hrazena ZZT, zčásti musí být hrazena otopnou soustavou. Omezená účinnost ZZT. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, menší část hradí otopná soustava. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.
Ovládání	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂ s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂, variantně i s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂, variantně i s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.
Použití	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu. Pro větrání učeben se nedoporučuje s ohledem na energetickou náročnost a riziko tepelného diskomfortu.	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního vzduchu. Pro větrání učeben se obecně nedoporučuje. Připouští se pro učebny s malým počtem žáků, kde systém splní požadavek na větrání.	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.

Číslo	B.7	B.8	B.9
Větrání	Nucené		
	Rovnotlaké	Rovnotlaké	Rovnotlaké
Popis	Lokální větrací jednotka umístěná v učebně	Lokální větrací jednotka umístěná vně učebny	Centrální větrací jednotka pro více místností
Schéma			
Charakteristika	Přívod a odvod vzduchu větrací jednotkou se ZZT a filtrací. Nutné prostupy pro přívod a odvod vzduchu v obvodové stěně nebo ve stropě, případně odvod vzduchu vertikální šachtou. Zajistí celkové (rovnoměrné) provětrání prostoru připojeným vzduchovodem pro přívod vzduchu. Jednotka v učebně emituje hluk, nesmí být překročeny hlukové limity. Nutná údržba, servis, výměna filtrů.	Přívod a odvod vzduchu větrací jednotkou se ZZT a filtrací. Zajistí celkové (rovnoměrné) provětrání prostoru připojeným vzduchovodem pro přívod vzduchu. Do učebny pouze prostupy pro přívod a odvod vzduchu. Nasávání venkovního vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu do/z jednotky stěnami (vertikálními šachtami) mimo učebnu. Jednotka přímo nezatěžuje hlukem prostor učebny, nicméně nesmí být překročeny hlukové limity. Nutná údržba, servis, výměna filtrů.	Přívod a odvod vzduchu větrací jednotkou se ZZT, filtrací a regulátory průtoku vzduchu. Zajistí celkové (rovnoměrné) provětrání prostoru připojeným vzduchovodem pro přívod vzduchu. Jednotka pro více učeben je umístěna ve strojovně nebo na střeše. Nároky na prostor pro umístění jednotky a vedení vzduchovodů. Jednotka emituje hluk, doporučuje se akustické řešení k omezení hluku šířeného do vnitřního i venkovního prostředí. Při návrhu možno respektovat současnost provozu. Nutná údržba, servis, výměna filtrů.
Energie	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, menší část hradí otopná soustava, nebo může být jednotka vybavena ohřivačem. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, menší část hradí otopná soustava, nebo může být jednotka vybavena ohřivačem. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.	Tepelná ztráta větráním je z podstatné části hrazena ZZT, menší část hradí ohřivač vzduchu ve větrací jednotce. Potřeba energie na pohon ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu.
Ovládání	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂, variantně i s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂, variantně i s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂, variantně i s kontrolou teploty vnitřního vzduchu.
Použití	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.	Bez omezení z hlediska kvality venkovního vzduchu, rizikové je pouze znečištění venkovního ovzduší plynnými látkami.

Číslo	B.10
Větrání	Hybridní
Popis	Kombinace přirozeného a nuceného větrání pro jednu učebnu
Schéma	
Charakteristika	Kombinace přirozeného větrání oknem s nuceným podtlakovým větráním (odvodem vzduchu lokálním ventilátorem). Učebna je větrána přirozeně, mechanicky ovládaným otevíratelným oknem (viz systém B.3); podle způsobu ovládání, při nedostatečné kvalitě vnitřního vzduchu, se uvádí do chodu odsávací ventilátor (v tomto stavu se funkce hybridního systému shoduje se systémem B.4). Ventilátor emituje hluk, nesmí být překročeny hlukové limity. Nutná údržba, servis.
Energie	Tepelná ztráta větráním musí být zcela hrazena otopnou soustavou. Nelze použít ZZT. Potřeba energie na pohon ventilátoru.
Způsob ovládání	Provoz dle stanoveného časového plánu. Regulace průtoku automaticky podle čidla CO₂ s kontrolou teploty vnitřního vzduchu. Funkce mechanického otevírání oken musí být spojena s chodem ventilátoru. Okna musí být vybavena elektronickým zámekem pro možnost uzavření.
Použití	Pouze tam, kde není riziko výrazného znečištění venkovního

Příloha C (informativní) – Tvorba konceptu větrání

Postup

Cílem konceptu je volba vhodného systému větrání v prostorech určených pro pobyt osob. Zpracovatel konceptu větrání by při návrhu větrání měl zohlednit veškeré dílčí souvislosti mající vliv na následné užívání budovy. Při volbě větracího systému se doporučuje postupovat v následujících krocích:

- shromáždění podkladů,
- zvážení podmínek a předpokladů pro větrání,
- volba prostředků pro zajištění větrání.

Podklady

Pro vypracování konceptu větrání je nutné shromáždit následující podklady:

- základní popis provedení budovy/objektu/bytu pro který je koncept zpracováván (projekt stavby, půdorysy a řezy objektu, vlastnosti obvodových konstrukcí apod.),
- kvalita venkovního ovzduší v lokalitě kde je stavba umístěna (mapy znečištění ČHMÚ),
- umístění objektu vzhledem k zdroji hluku (komunikace, průmyslová výroba apod.),
- venkovní klimatické údaje,
- obsazenost, vnitřní tepelná a vlhkostní zátěž, využití objektu atd.

Podmínky

Při volbě typu větrání je vhodné mít na zřeteli následující:

- větráním nelze garantovat teploty vnitřního vzduchu v letním období, kdy se odvádí tepelná zátěž (nejedná se o klimatizaci),
- znečištění venkovního ovzduší znemožňuje přirozené větrání; v případě použití nuceného větrání je podmínkou odpovídající filtrace vzduchu,
- stavebník je obeznámen s tím, že volba větracího systému má vliv na kvalitu vnitřního ovzduší v objektu,
- přirozené větrání je plně v režii uživatelů,
- nucené větrání ovlivňuje související profese.

Prostředky

Koncept by měl obsahovat popis prostředků a opatření pro zajištění potřebné intenzity větrání (množství přiváděného venkovního vzduchu, typy a umístění hlavních součástí větracího systému, případně funkční schéma). Pro výběr vhodného prostředku slouží textová část této metodiky a přílohy A a B.

Příklad protokolu - Koncept větrání pro obytné prostory

Údaje o budově			
Adresa, vč. p.č.:	☐ rodinný dům ☐ bytový dům ☐ byt ☐ jiný objekt:	☐ novostavba ☐ rekonstrukce ☐ výměna oken	
Stručný popis budovy (stáří, vlastnosti obvodové konstrukce, výplň otvorů apod.)			
Použité podklady pro vypracování konceptu (vyplňte)			
Podmínky pro provoz větrání			
Umístění budovy	☐ v blízkosti zdroje znečištění ☐ v blízkosti rušné komunikace ☐ ve městě ☐ ve venkovské oblasti		
Návrh větrání			
Jakým způsobem je řešeno větrání obytných prostor?	☐ přirozené větrání oknem – provětráváním ☐ nucené podtlakové větrání ☐ nucené rovnotlaké větrání větrací jednotkou se ZZT ☐ teplovzdušné větrání a vytápění ☐ jinak, popište jak:		
Větrání obytných prostor je dimenzováno podle	☐ množství vzduchu na osobu ☐ intenzity větrání ☐ jinak, popište jak:		
Předpokládaný počet osob pobývajících v prostoru			
Návrhové průtoky venkovního vzduchu (vztaheno pro celý obytný prostor – byt / rodinný dům)	Minimální větrání		m ³ /h
	Doporučené větrání		m ³ /h
	Nárazové větrání		m ³ /h
Uveďte, podle jakých podkladů byly průtoky stanoveny			
Spotřebič paliv			
Jaké jsou v domě / bytě umístěny otevřené spotřebiče paliv?	☐ průtokový ohřívač vody ☐ plynový kotel typu B ☐ kotel na pevná paliva ☐ krb ☐ jiný, popište jaký: ☐ žádný		
Popište jakým způsobem je vyřešen přívod vzduchu pro spalování?			
Ochrana proti pronikání radonu			
Jakým způsobem je v budově řešena ochrana proti pronikání radonu ?			

Datum a podpis stavebníka

Datum a podpis zpracovatele
projektové dokumentace

Příloha D – Bilanční výpočty pro návrh větrání

Uvedené bilanční výpočty se využijí zpravidla při výskytu stabilních (přibližně stabilních) zdrojů škodlivin, vlhkosti, tepla.

Bilance znečišťujících látek

Objemový průtok venkovního vzduchu V_e [m³/h] pro odvod znečišťující látky se stanoví z rovnice:

$$\dot{V}_e = \frac{\dot{M}_s}{C_i - C_e} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (10)$$

kde je

$\dot{M}_s$ hmotnostní tok znečišťující látky [g/h]

C_i koncentrace znečišťující látky ve vnitřním prostoru (požadovaná) [g/m³]

C_e koncentrace znečišťující látky ve venkovním vzduchu [g/m³]

v případě využití oběhového vzduchu bude rovnice (10) nabývat tvaru

$$\dot{V}_p = \frac{\dot{M}_s}{C_i - C_p} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (11)$$

kde

$$\dot{V}_p = \dot{V}_e + \dot{V}_{ob} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (12)$$

kde je

C_p koncentrace znečišťující látky v přiváděném vzduchu [g/m³]

V_p celkový objemový průtok přiváděného vzduchu [m³/h]

V_{ob} objemový průtok oběhového vzduchu [m³/h]

Koncentrace znečišťující látky C_i nesmí překročit limity stanovené v nařízení vlády [14] (PEL), případně ve vyhlášce [19]. Použití oběhového vzduchu je definováno v odstavci 3.7.

Praktické použití: Pro návrh větrání s ohledem na dodržení limitní koncentrace znečišťující látky.

Bilance vlhkosti

Je-li známa produkce vodní páry (např. bazény) je možné stanovit průtok venkovního vzduchu pro odvod vodní páry z bilance vlhkosti. Přípustné hodnoty měrné vlhkosti ve vnitřním prostoru mohou být stanoveny s ohledem na hygienické požadavky nebo je určují požadavky stavební.

Objemový průtok venkovního vzduchu pro odvod vlhkosti se stanoví ze vztahu

$$\dot{V}_e = \frac{\dot{M}_w}{\rho_e (x_i - x_e)} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (13)$$

kde je

$\dot{M}_w$ produkce vodní páry [kg/h]

ρ_e hustota vzduchu [kg/m³]

x_i měrná vlhkost vnitřního vzduchu (požadovaná) [kg/kg_{s.v.}]

x_e měrná vlhkost venkovního vzduchu [kg/kg_{s.v.}]

V případě využití oběhového vzduchu se použije obdobný přístup jako v rovnicích (11) a (12).

Praktické použití: Použije se v případě odvodu vlhkosti z prostoru při znalosti produkce vodní páry, např. bazény, místnosti zatížené nadměrnou produkcí vodní páry.

POZNÁMKA Rovnici (13) lze použít pro výpočet výsledné měrné vlhkosti ve vnitřním prostoru x_i při znalosti produkce vodní páry, průtoku vzduchu a měrné vlhkosti přiváděného vzduchu.

Tepelná bilance

Objemový průtok venkovního vzduchu pro odvod tepelné zátěže se stanoví ze vztahu

$$\dot{V}_e = \frac{\dot{Q}_z}{\rho_e c (t_i - t_e)} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (14)$$

kde je

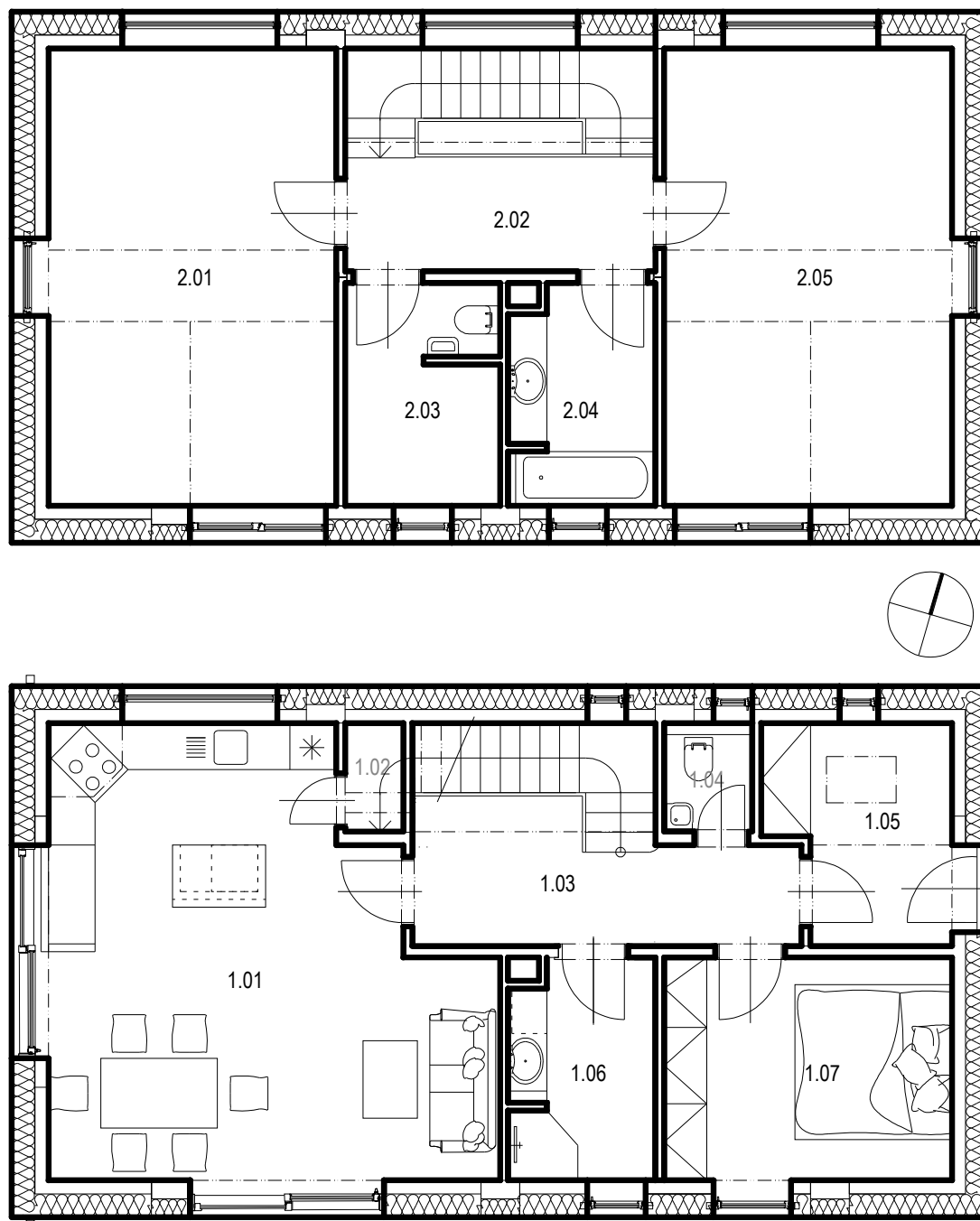
Q_z	citelná tepelná zátěž prostoru [W]
t_i	teplota vnitřního vzduchu (požadovaná) [°C]
t_e	teplota venkovního vzduchu [°C]
ρ	hustota venkovního vzduchu [kg/m ³]
c	měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kgK]

V případě využití oběhového vzduchu se použije obdobný přístup jako v rovnicích (11) a (12).

Praktické použití: Použije se v případě použití větrání pro odvod tepla.

Příloha E (informativní) – Příklad řešení nuceného rovnotlakého větrání RD

Předmětem návrhu je dvoupodlažní rodinný dům. Domácnost obývá čtyřčlenná rodina. Půdorysy rodinného domu jsou uvedeny na obrázku E.1. V objektu je nezávislá otopná soustava, která hradí tepelnou ztrátu prostorem a větráním.



Obrázek E.1 – Příklad dispozičního uspořádání rodinného domu (nahore 2.np, dole 1.np)

Návrh průtoku venkovního vzduchu

Návrh větrání obytných budov se provádí podle ČSN EN 15665/Z1 [56]. Průtoky venkovního vzduchu se stanovují na základě doporučených hodnot intenzity větrání podle rovnice (1). Přívod vzduchu se realizuje do obytných místností, odvod vzduchu z místností se zdroji znečišťujících látek.

Většina větracích jednotek dostupných na českém trhu umožňuje nastavení větrání v několika stupních. Větrání se doporučuje navrhnout a realizovat pro minimální, doporučený a trvalý provoz. V tabulce E.1 jsou uvedeny návrhové průtoky vzduchu pro tyto zmíněné režimy větrání. Navržená větrací jednotka bude pracovat v provozním režimu např. dle aktuálního využití domácnosti.

Tabulka E.1 – Tabulka místností s návrhovým průtokem vzduchu pro nucené větrání

Číslo a účel místnosti		Objem místnosti	Minimální větrání 1. otáčky ventilátorů ($l = 0,3 \text{ h}^{-1}$)		Doporučené trvalé větrání 2. otáčky ventilátorů ($l = 0,5 \text{ h}^{-1}$)		Nárazové větrání 3. otáčky ventilátorů	
			Přívod vzduchu	Odvod vzduchu	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
		$O \text{ [m}^3\text{]}$	$V_{e1} \text{ [m}^3\text{/h]}$	$V_{o1} \text{ [m}^3\text{/h]}$	$V_{e2} \text{ [m}^3\text{/h]}$	$V_{o2} \text{ [m}^3\text{/h]}$	$V_{e3} \text{ [m}^3\text{/h]}$	$V_{o3} \text{ [m}^3\text{/h]}$
101	Obývací pokoj s kuchyňským koutem	77,5	30	26	50	42	81	69 (100)*
102	Komora - spíž	3,0	-	-	-	-	-	-
103	Hala	32,1	-	-	-	-	-	-
104	WC	4,3	-	9	-	15	-	25
105	Zádveří	16,5	-	-	-	-	-	-
106	Koupelna	13,8	-	20	-	34	-	56
107	Pokoj	29,7	18	-	30**	-	50	-
201	Pokoj	59,1	18	-	30	-	50	-
202	Hala	33,2	-	-	-	-	-	-
203	Technická místnost	13,2	-	9	-	15	-	25
204	Koupelna	14,6	-	20	-	34	-	56
205	Pokoj	59,1	18	-	30	-	50	-
	CELKEM	356	84	84	140	140	231	231

POZNÁMKY K TABULCE E.1:

*Norma ČSN EN 15665/Z1 [56] doporučuje pro odvod vzduchu z kuchyně při nárazovém větrání použít odsávací zákryt. V takovém případě musí být náhrada odsávaného vzduchu zajištěna otevřeným oknem podtlakem. Cirkulační zákryt nezajistí odvod vodní páry, jeho použití se připouští tehdy, je-li kuchyně opatřena trvalým odvodem vzduchu. Ideální je odvádět vzduch přímo nad zdrojem znečišťujících látek, tj. nad kuchyňským zákrytem. Zmíněné řešení je časté zejména pro pasivní budovy.

**Větrání pokoje 107 bylo oproti návrhovému výpočtu podle intenzity větrání navýšeno s ohledem na skutečnost, že se jedná o ložnici (obývaná převážně v noci) pro 2 osoby.

*** Spíž 102 je větrána přirozeně otvorem u podlahy a pod stropem.

Tepelná ztráta větráním

Projektant profese vytápění nadimenzuje výkon otopné soustavy v souladu s požadavkem zpracovatele projektové dokumentace vzduchotechniky na ohřev venkovního vzduchu. Tepelná ztráta větráním se stanoví podle postupu uvedeného v normě ČSN EN 15665/Z1 [56] pro doporučené trvalé větrání.

Navržená větrací jednotka obsahuje rekuperační výměník ZZT s teplotním faktorem 80 % (pro doporučené větrání – 2. otáčky). Tepelná ztráta větráním pro $t_e = -15 \text{ °C}$ je jednotlivé místnosti řešeného příkladu uvedena v tabulce E.2.

Tepelná ztráta větráním obývacího pokoje 101 se stanoví jako

$$\dot{Q}_{101} = V_e \rho c (t_i - t_{e2}) = \frac{50}{3600} 1,2 \cdot 1010 \cdot (20 - 13) = 118 \text{ [W]} \quad (15)$$

kde teplota za výměníkem zpětného získávání tepla t_{e2} se stanoví z rovnice (4)

$$t_{e2} = \Phi(t_{o1} - t_{e1}) + t_{e1} = 0,8(20 - (-15)) - 15 = 13 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Tepelná ztráta větráním koupelny 106 se stanoví jako

$$\dot{Q}_{107} = V_p \rho c (t_i - t_{i,e}) = \frac{34}{3600} 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 20) = 46 \text{ [W]} \quad (16)$$

Tepelná ztráta větráním ostatních místností se stanoví obdobným způsobem.

Tabulka E.2 – Tepelná ztráta větráním pro řešený objekt

Číslo a účel místnosti		Tepelná ztráta větráním
		Q_z [W]
101	Obývací pokoj s kuchyňským koutem	118
102	Komora - spíž	0
103	Hala	0
104	WC	0
105	Zádveří	0
106	Koupelna	46
107	Pokoj	71
201	Pokoj	71
202	Hala	0
203	Technická místnost, WC	0
204	Koupelna	46
205	Pokoj	71
CELKEM		422

Návrh větrací jednotky

Větrací jednotka musí dopravit navržený průtok vzduchu a překonat tlakové ztráty potrubní sítě. Volba se provádí z podkladů výrobce na základě charakteristik ventilátorů. S ohledem na hlučnost větrací jednotky se volba jednotky neprovádí pro maximální otáčky ventilátorů.

Návrh distribuce vzduchu

Doporučená rychlost proudění ve vzduchovodech v obytném prostředí je 3 až 5 m/s. Na základě zvolené rychlosti proudění a průtoku vzduchu se stanoví průřez / dimenze vzduchovodu a následně tlaková ztráta (viz odborná literatura).

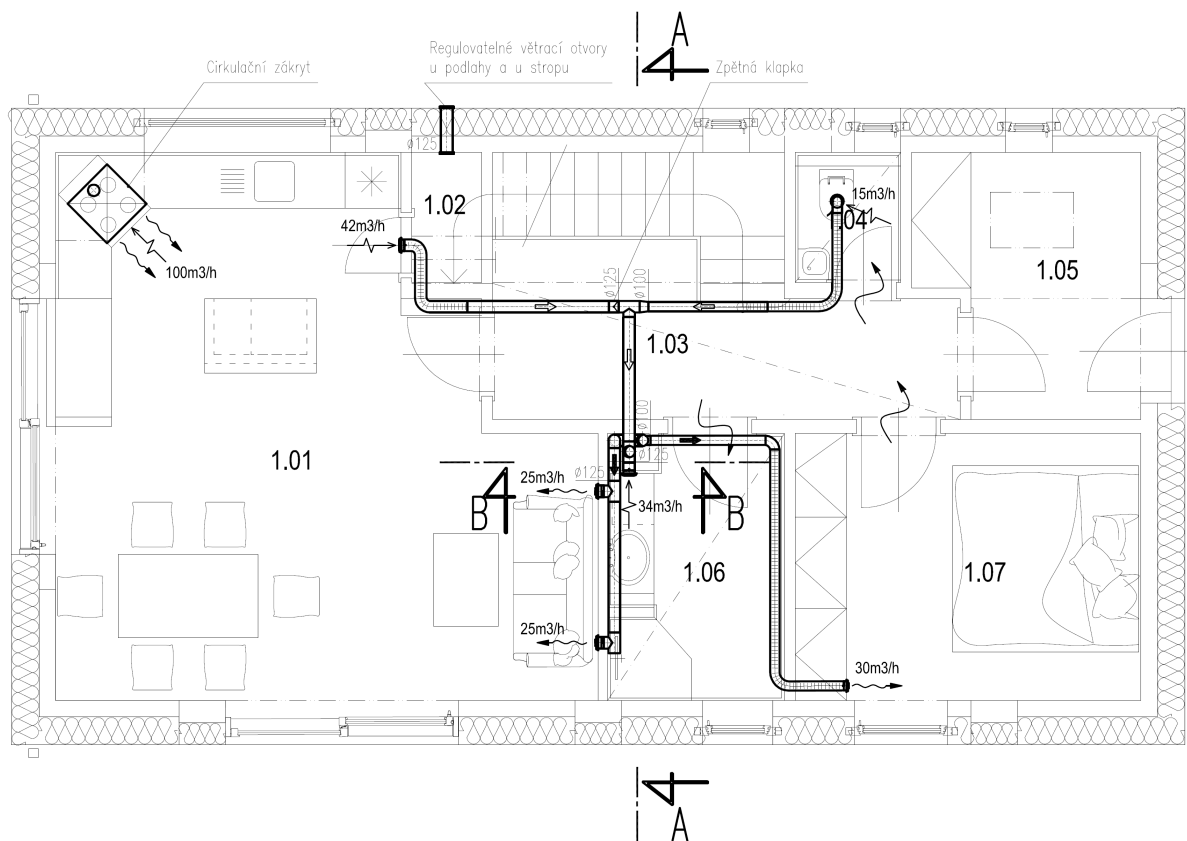
Sání venkovního vzduchu se realizuje ze severní fasády objektu (není osluněná). Výfuk odpadního vzduchu znehodnoceného se doporučuje situovat nad střechu objektu.

Vzduchovody pro nasávání venkovního vzduchu a výfuk vzduchu odpadního vedoucí vnitřními prostory objektu musí být opatřeny izolací pro zabránění kondenzace vodní páry na povrchu.

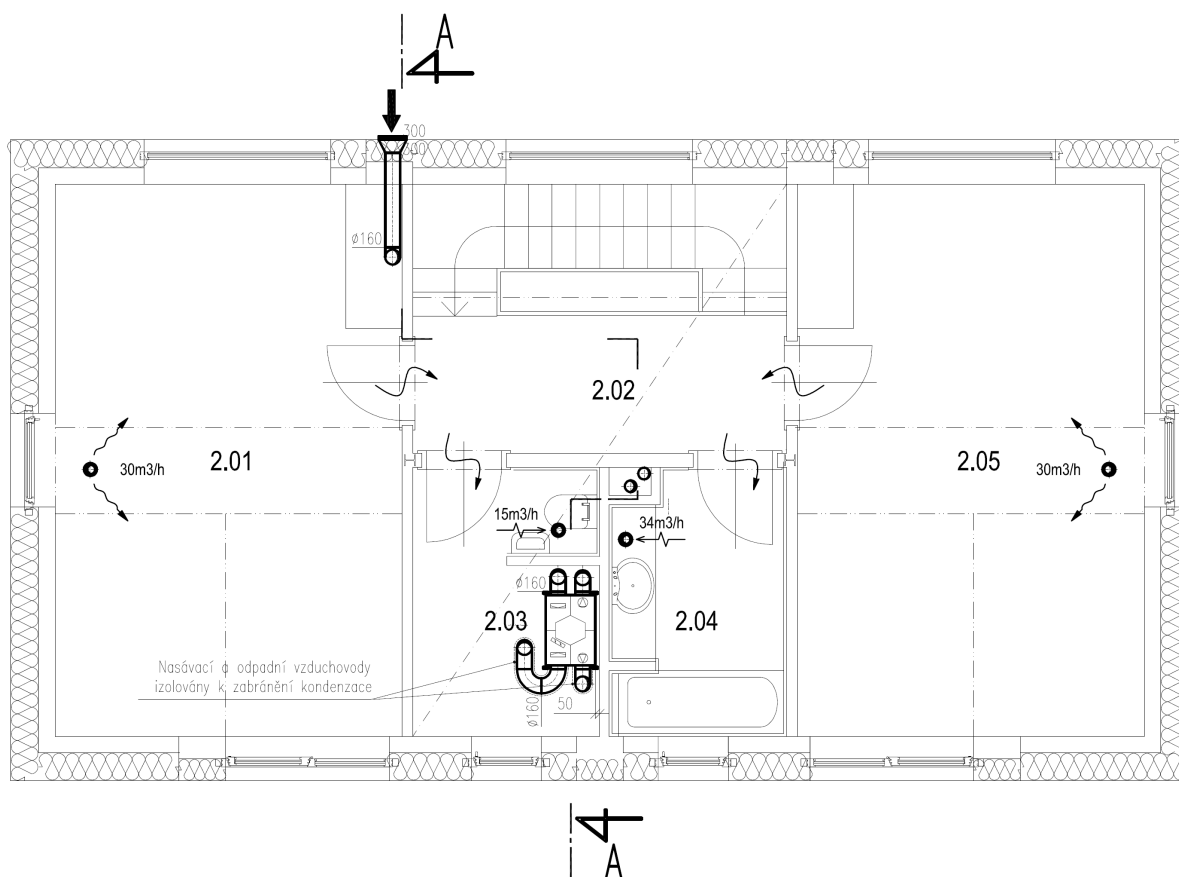
Pro napojení VZT jednotky a distribučních elementů jsou v příkladu použity ohebné hadice s útlumem hluku jako dostupný prostředek k zabránění šíření hluku od jednotky vzduchovodem.

Přívod vzduchu do obytných místností je řešen buď dýzami s dalekým dosahem, nebo ventily. Odvod vzduchu je realizován talířovými ventily. Převod vzduchu je zajištěn spárami pode dveřmi.

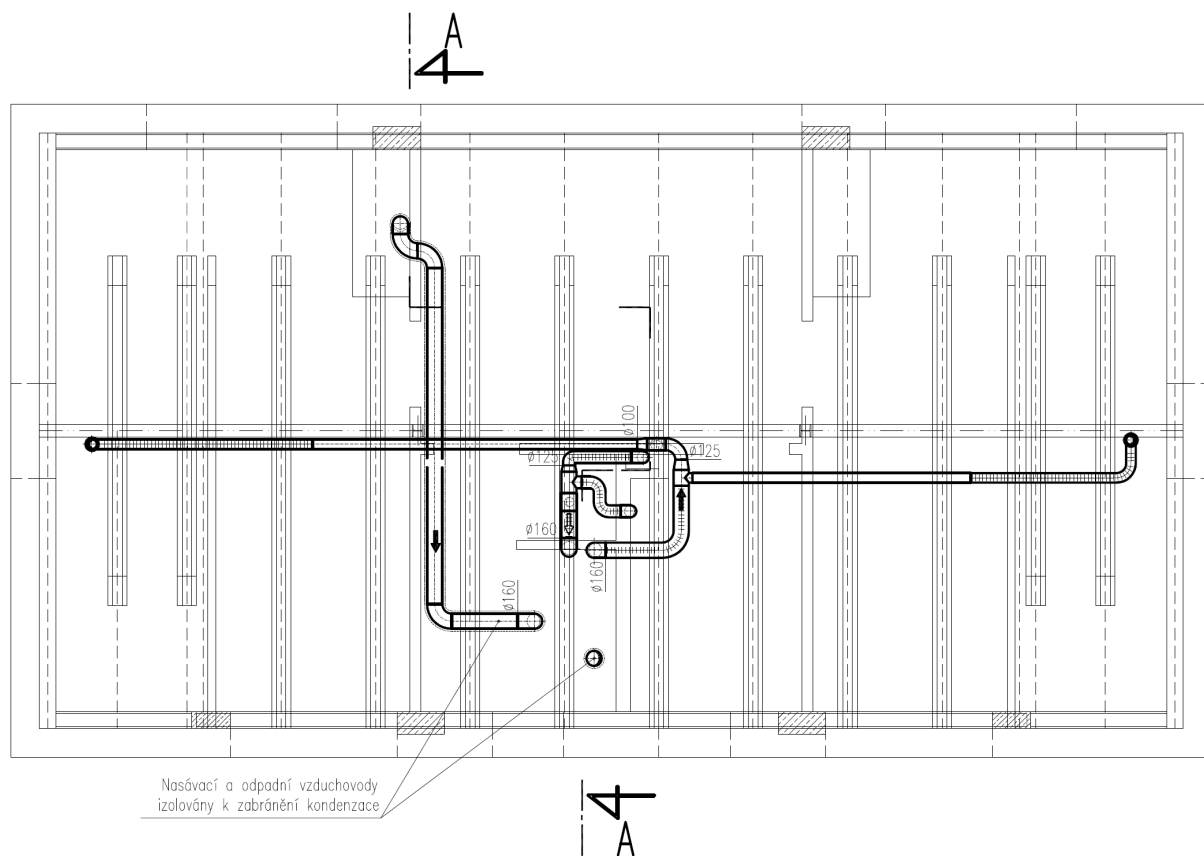
Zaregulování potrubní sítě (zajištění návrhového průtoku do jednotlivých místností) se realizuje zpravidla na vyústkách, případně regulačními prvky ve vzduchovodech.



1. nadzemní podlaží

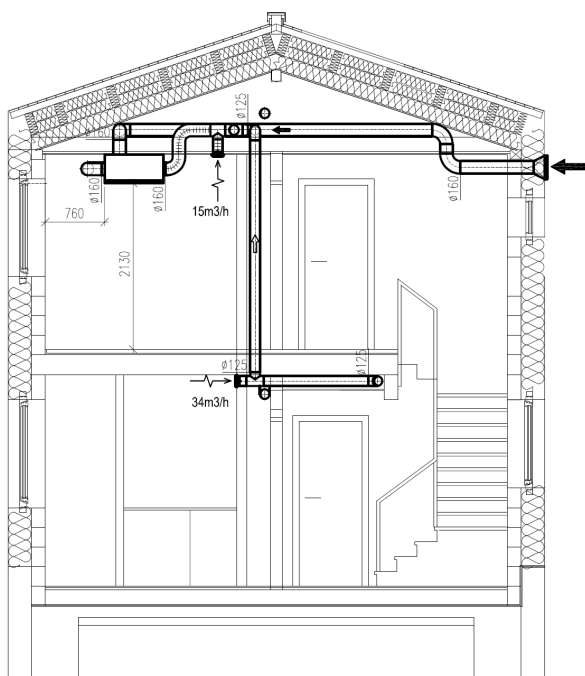


2. nadzemní podlaží

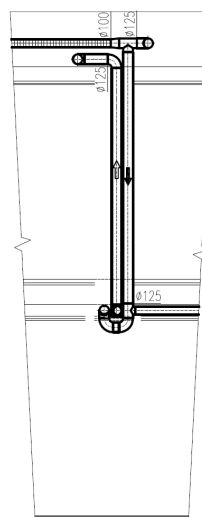


Půdní prostor

ŘEZ A-A



ŘEZ B-B



Řezy

Obrázek E.2 – Půdorysy a řezy objektu se zakreslením vzduchotechniky

Použitá literatura

- [1] Směrnice evropského parlamentu a rady 2010/31/ES ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov.
- [2] Nařízení Komise (EU) č. 1253/2014 ze dne 7. července 2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek.
- [3] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Zákon č. 18/1997 Sb. o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření, v platném znění zákona č. 13/2002 Sb.
- [5] Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.
- [7] Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [8] Zákon č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách ve znění pozdějších předpisů.
- [9] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [10] Zákon č. 309/2007 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnostech nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.
- [11] Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.
- [12] Zákon č. 89/2012 Sb. Občanský zákoník.
- [13] Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů
- [14] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 93/2012 Sb.). (prováděcí předpis k zákonu č. 309/2007 Sb. a 262/2006 Sb.)
- [15] Nařízení vlády č. 91/2010 Sb., o podmínkách požární bezpečnosti při provozu komínů a kouřovodů.
- [16] Nařízení č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- [17] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).
- [18] Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 499/2005 Sb.).
- [19] Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- [20] Vyhláška č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 602/2006 Sb.).
- [21] Vyhláška MZ ČR č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů. (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.).
- [22] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 62/2013 Sb.)
- [23] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.
- [24] Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů. (změny v souladu s novým stavebním zákonem č. 183/2006 Sb.)
- [25] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

- [26] Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování ovzduší a jejím zjišťování o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.
- [27] Vyhláška č. 194/2013 Sb., o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie.
- [28] Vyhláška č. 193/2013 Sb., o kontrole klimatizačních systémů.
- [29] Nařízení č.10 /2016 hl. m. Prahy, kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze
- [30] ČSN EN 308 Výměníky tepla - Metody zkoušek pro ověření výkonnosti zařízení pro regeneraci tepla. ÚNMZ. 1998.
- [31] ČSN EN 779 Filtry atmosférického vzduchu pro odlučování částic pro všeobecné větrání – Stanovení filtračních parametrů.
- [32] ČSN EN 1751 Větrání budov - Koncové prvky vzduchotechnických zařízení - Aerodynamické zkoušky klapek a ventilů. Norma obsahuje anglický text normy a českou titulní stranu.
- [33] ČSN EN 1775 Zásobování plynem - Plynovody v budovách - Nejvyšší provozní tlak ≤ 5 bar - Provozní požadavky
- [34] ČSN EN 1886 Větrání budov - Potrubní prvky - Mechanické vlastnosti.
- [35] ČSN EN ISO 7726 Ergonomie tepelného prostředí - Přístroje pro měření fyzikálních veličin
- [36] ČSN EN ISO 7730 Ergonomie tepelného prostředí – Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního komfortu
- [37] ČSN EN 12097 Větrání budov – Vzduchovody – Požadavky na části vzduchovodních systémů z hlediska údržby
- [38] ČSN EN 12207 Okna a dveře – Průvzdušnost – Klasifikace
- [39] ČSN EN 12237 Větrání budov – Potrubí – Pevnost a těsnost kovového plechového potrubí kruhového průřezu
- [40] ČSN EN 12599 Větrání budov – Zkušební postupy a měřicí metody pro přejímky instalovaných větracích a klimatizačních systémů.
- [41] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- [42] ČSN EN 13501-3+A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí – Část 3: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti výrobků a prvků běžných provozních instalací: požárně odolná potrubí a požární klapky
- [43] ČSN EN 13501-4+A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí – Část 4: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti prvků systémů pro usměrňování pohybu kouře
- [44] ČSN EN 13053 +A1 Větrání budov - Vzduchotechnické manipulační jednotky - Hodnocení a provedení jednotek, prvků a částí.
- [45] ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
- [46] ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy.
- [47] ČSN EN 14134 Větrání budov - Výkonová zkouška a kontroly zástavby bytových větracích systémů. Norma obsahuje pouze anglický text normy.
- [48] ČSN EN 14351-1 Okna a dveře - Norma výrobku, funkční vlastnosti - Část 1: Okna a vnější dveře bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti.
- [49] ČSN EN 15239 Větrání budov – Energetická náročnost budov – Směrnice pro kontrolu větracích systémů.
- [50] ČSN EN 15240 Větrání budov – Energetická náročnost budov – Směrnice pro kontrolu klimatizačních systémů.
- [51] ČSN EN 15241 Větrání budov - Výpočtové metody pro stanovení energetických ztrát způsobených větráním a infiltrací v budovách.
- [52] ČSN EN 15242 Větrání budov – Výpočtové metody pro stanovení průtoku vzduchu v budovách včetně infiltrace.

- [53] ČSN EN 15243 Větrání budov - Výpočet teplot v místnostech, tepelné zátěže a energie pro budovy s klimatizačními systémy.
- [54] ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky.
- [55] ČSN EN 15423 Větrání budov - Protipožární opatření vzduchotechnických systémů.
- [56] ČSN EN 15665 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.
- [57] ČSN EN 15726 Větrání budov - Rozptýlení vzduchu - Měření v pásmu pobytu osob v klimatizované/větrané místnosti pro hodnocení tepelných a akustických podmínek
- [58] ČSN EN 15727 Větrání budov – Potrubí a potrubní komponenty, těsnost, třídění a zkoušení
- [59] ČSN EN 15780 Větrání budov – Vzduchovody – Čistota vzduchotechnických zařízení
- [60] ČSN EN 16445 Větrání budov - Rozptýlení vzduchu - Aerodynamické zkoušky a hodnocení směšovacího větrání: metodika pro neizotermní chladný proud
- [61] ČSN EN 60079-10-1 Výbušné atmosféry – Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů – Výbušné plyné atmosféry
- [62] ČSN 06 1008 Požární bezpečnost tepelných zařízení
- [63] ČSN 07 0703 Kotelny se zařízeními na plyná paliva
- [64] ČSN 38 6405 Plynová zařízení – Zásady provozu
- [65] ČSN 12 7001 Vzduchotechnická zařízení. Klimatizační jednotky. Řady základních parametrů.
- [66] ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení
- [67] ČSN 73 0540 - 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [68] ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží
- [69] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- [70] ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty
- [71] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení
- [72] ČSN 73 0821 Požární bezpečnost staveb - Požární odolnost stavebních konstrukcí
- [73] ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým potrubím
- [74] ČSN 73 4108 Hygienická zařízení a šatny
- [75] ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody - Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv
- [76] ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
- [77] ČSN 74 7110 Bytová jádra
- [78] TNI CEN/TR 14 788 Větrání budov - Navrhování a dimenzování systémů pro větrání obytných budov.
- [79] TNI CEN/TR 1749 Evropský systém třídění spotřebičů plyných paliv podle způsobu odvádění spalin (provedení spotřebičů)
- [80] TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plyná paliva v budovách vč. Změny 1
- [81] TPG 908 02 Větrání prostorů se spotřebiči na plyná paliva s celkovým výkonem větším než 100 kW
- [82] TPG 982 01 Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG
- [83] TPK K 01 – 01 Komíny a kouřovody (spalinové cesty) – Kontrola spalinových cest
- [84] TPK K 03 – 01 Komíny a kouřovody (spalinové cesty) – Revize spalinových cest
- [85] DIN 1946-6 Raumluftechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen - Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung.
- [86] VDI 2052: 2006 Raumluftechnische Anlagen für Küchen.
- [87] VDI 2089: 2010 Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern.

- [88] VDI 6040-1:2011 Raumluftechnik Schulen Anforderungen.
- [89] VDI 6040-2:2014 Raumluftechnik – Schulen - Ausffhrungshmwelse Entwurf (VDI-Lüflftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien).
- [90] ASR A3.6 Technische Regeln für Arbeitsstätten
- [91] ZMRHAL, V., DRKAL, F., MATHAUSEROVÁ, Z. Směrnice STP – 0S01 č.3/2010 Operativní teplota v praxi. Příloha časopisu Vytápění, větrání, instalace
- [92] Metodický pokyn pro návrh větrání škol. SFŽP. 2015. Dostupné z <<http://www.opzp.cz/dokumenty>>.

Autoři:

Vladimír Zmrhal, František Drkal a Václav Šimánek, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí



Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie pro rok 2016 – Program EFEKT



Na realizaci díla se podílela Česká komora lehkých obvodových plášťů



Partnerem projektu byly Šance pro budovy a Svaz českých a moravských bytových družstev.

