ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

REKONSTRUKCE VĚTRACÍCH SYSTÉMŮ BYTOVÝCH DOMŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VÁCLAVA GROSPIČOVÁ 4 – BS – 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Grospičová** Jméno: **Václava** Osobní číslo: **438326**

Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**

Zadávající katedra/ústav: **Ústav techniky prostředí**

Studijní program: **Strojírenství**

Studijní obor: **Technika životního prostředí**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Rekonstrukce větracích systémů bytových domů

Název bakalářské práce anglicky:

Refurbishment of Ventilation Systems in Blocks of Flats

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte přehled bytových jader používaných v sídlištní panelové výstavbě bytových domů minulého století. Stanovte průtoky vzduchu pro větrání typického bytu a uveďte přehled možných systémových řešení. Navrhněte větrání typického bytu s ohledem na dispoziční uspořádání bytového jádra, počtu pater s ohledem na navazující profese a technickou náročnost takové přestavby.

Seznam doporučené literatury:

[1] ČSN EN 15665/Z1 Větrání budov ? Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov. Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví. Praha 2009.
[2] ZMRHAL, V. Větrání rodinných a bytových domů. GRADA Publishing. 2014. ISBN 978-80-247-4573-2
[3] STRAKOVÁ R., MRÁZEK K., HORÁKOVÁ A., VAVŘIČKA R., ZMRHAL V., GALÁD V., MATĚJČEK J. Energeticky vědomá rekonstrukce systémů TZB v bytových domech. TZB info. 2017. 204 s.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D., ústav techniky prostředí FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **26.04.2018** Termín odevzdání bakalářské práce: **22.06.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.	doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.	prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis vedoucí(ho) práce	podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

26. 4. 2018
Datum převzetí zadání

Grospičová
Podpis studentky

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá celkovou analýzou bytových jader používaných v panelové výstavbě bytových domů postavených v minulém století. Cílem práce je zhodnotit dočasné systémy větrání, jejich funkčnost a požární bezpečnost, a zda odpovídají požadavkům a nárokům na bydlení v dnešní době. Práce navrhuje různá řešení systémů větrání, které odpovídají požadovaným hodnotám a zajišťují kvalitu vzduchu v obytných prostorách. V práci je rozepsán návrh výpočtu průtoků vzduchu pro větrání typického bytu, k němuž jsou zhodnoceny různé systémy větrání s ohledem na navazující profese a technickou náročnost přestavby.

Summary

This bachelor thesis deals with an analysis of house cores used for building blocks of flats during the last century. The aim of this thesis is to evaluate temporary ventilation systems, their functionality and fire safety, and whether they meet the present-day housing requirements. The thesis suggests various ventilation systems solutions, which meet the requirements and provide high-quality air in living quarters. This work also provides a suggestion how to compute airflow of ventilation in a typical flat, and an evaluation of various ventilation systems with regard to consequential professions and technical difficulty of a reconstruction.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Rekonstrukce větracích systému bytových domů“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Vladimíra Zmrhala, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze 22. 06. 2018 Václava Grospičová

Poděkování

Na tomto místě bych velice ráda poděkovala panu doc. Ing. Vladimíru Zmrhalovi, Ph.D., za cenné rady při psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat rodině za veškerou podporu a trpělivost.

Obsah

Soupis použitého značení ... 8

1 Úvod ... 9

2 Historický vývoj výstavby panelových domů před rokem 1989 ... 10

2.1 Panelová výstavba v České republice ... 10

2.2 Bytová jádra v panelových domech a jejich vlastnosti z pohledu větrání ... 10

2.2.1 Typy bytových jader ... 10

3 Rekonstrukce větracích systémů bytových domů ... 15

3.1 Dosavadní praxe ... 15

3.2 Přehled používaných systémů větrání v současnosti ... 16

3.2.1 Přirozené větrání s infiltrací ... 17

3.2.2 Aerace ... 17

3.2.3 Šachtové větrání ... 18

3.2.4 Šachtové větrání s větracími hlavicemi ... 19

3.2.5 Šachtové větrání s rotačními hlavicemi ... 19

3.2.6 Decentrální nucené větrání ... 20

3.2.7 Centrální větrání řízené skutečnou potřebou ... 21

3.3 Doporučená řešení větracích systémů bytových jednotek ... 23

3.3.1 Nucené podtlakové větrání ... 23

3.3.2 Nucené rovnotlaké větrání ... 25

3.4 Přehled možných systémových řešení větrání ... 27

3.5 Požadavky na větrání obytných budov v ČR dle ČSN EN 15665/Z1 ... 33

3.6 Stanovení průtoků vzduchu pro větrání typického bytu ... 34

3.6.1 Návrh podtlakového větrání s odsávacím zákrytem ... 34

3.6.2 Návrh podtlakového větrání s cirkulačním zákrytem ... 36

3.6.3 Návrh rovnotlakého větrání s odsávacím zákrytem ... 38

3.6.4 Návrh rovnotlakého větrání s cirkulačním zákrytem ... 41

4 Požární bezpečnost 45

4.1 Koncepce řešení instalačních šachet 46

5 Návrh větrání typického bytu 49

5.1 Základní požadavky na větrací soustavy v obytných budovách 49

5.2 Popis objektu – rodinný byt 49

5.3 Návrhy větrání typického bytu s ohledem na dispoziční uspořádání bytového jádra 49

6 Závěr 57

Seznam literatury a použitých pramenů 58

Seznam obrázků 61

Seznam tabulek 62

SOUPIS POUŽITÉHO ZNAČENÍ

D	Doporučená dávka vzduchu na osobu	[m^3/h.os]
I	Intenzita větrání	[h^{-1}]
O	Objem místnosti	[m^3]
S	Plocha	[m^2]
V	Objemový průtok vzduchu	[m^3/h]
Q	Tepelná ztráta	[W]
c	Měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kg.K]
n	Počet osob	[1]
p	Tlak	[Pa]
t	Teplota vzduchu	[°C]
w	Rychlost proudění vzduchu v potrubí	[m/s]
x	Počet pater	[1]
ρ	Hustota vzduchu	[kg/m^3]
Φ	Účinnost ZZT	[%]
Ø	Průměr	[mm]

Indexy

dop.	doporučená hodnota
e	venkovní
	čerstvý přiváděný
	přívod
e,výp	venkovní výpočtová
i	místnost
	vnitřní výpočtová vytápěného prostoru
i,e	sousední místnost
i, koupelna	vnitřní v koupelně
min.	minimální hodnota
o	odváděný
p	průtočná
	přiváděný
zzt	přiváděného po ohřátí ve výměníku ZZT
v	větráním
1, 2, 3	daný stav

1 ÚVOD

V dnešní moderní době převážná část obyvatelstva žije v panelových domech. Ve vnitřním prostředí budov stráví člověk většinu svého života, a proto jsou kladeny vysoké nároky na vlastnosti budovy a její technická vybavení. Bohužel větrací zařízení v panelových domech z mnoha hledisek nevyhovují požadavkům na bydlení. Důvodem je stáří bytových jader na úkor pokroků v technologiích a nárokům na kvalitu života. Nejzávažnější nedostatky jsou požární bezpečnost, oblast osobní hygieny a nedostatečná výměna vzduchu znehodnoceného za vzduch čerstvý. Z tohoto důvodu se bytová jádra vzniklá v minulém století regenerují, aby splňovala dnešní standardy na bytovou výstavbu.

Bakalářská práce se zabývá dřívějšími a současnými systémy větrání s ohledem na bytová jádra postavená v minulém století. Pro zvolený konkrétní typický byt bude navrženo systémové řešení a pro jednotlivá z nich budou stanoveny průtoky vzduchu.

2 HISTORICKÝ VÝVOJ VÝSTAVBY PANELOVÝCH DOMŮ PŘED ROKEM 1989

Počátek výstavby panelových domů je zaznamenám v Nizozemí na konci první světové války. Poté se v roce 1923 panelové domy začínají stavět v Německu a následně v roce 1939 v Paříži. Odtud se výstavba postupně rozšiřuje do celé Evropy. Západní Evropa v 70. letech minulého stolení od výstavby ustupuje, naopak ve východní Evropě se pokračuje ve výstavbě panelových bytů až do začátku devadesátých let 20. století. [1]

2.1 Panelová výstavba v České republice

První panelové domy byly postaveny v roce 1956 a výstavba probíhala až do roku 1990. Panelové domy v minulém století řešily velkou bytovou krizi. Během pár let bylo totiž možné postavit a vybudovat celou novou městskou čtvrť, která sice velikým způsobem ovlivnila celkový ráz města, avšak poskytla zázemí většině obyvatelstva. Různorodost a určitá osobitost barevné zástavby byla nahrazena obyčejnými standardizovanými panelovými sídlišti. Na první pohled se to jevilo jako velmi dobré řešení z hlediska vyřešení zázemí pro obyvatele a málo prostoru pro veškerou výstavbu, avšak nedostatky byly zásadní. Z technického hlediska nové objekty byly nekvalitně postaveny a neměly dostatečnou tepelnou izolaci. [1]

2.2 Bytová jádra v panelových domech a jejich vlastnosti z pohledu větrání

Bytové jádro zásadně určuje dispozice bytu. Umístění bytového jádra je dáno instalační šachtou, která napojuje jednotlivá zařízení v bytě na stoupací vedení kanalizace, vodovodu a plynovodu. Vyvíjela se postupně s panelovou výstavbou. Každý typ panelového domu má určitá specifika v rozvodech technických instalací, a proto různě provedená bytová jádra. Panelové domy byly dle posloupnosti vybaveny bytovými jádry B2, B3, B4, B6, B7 a B10.

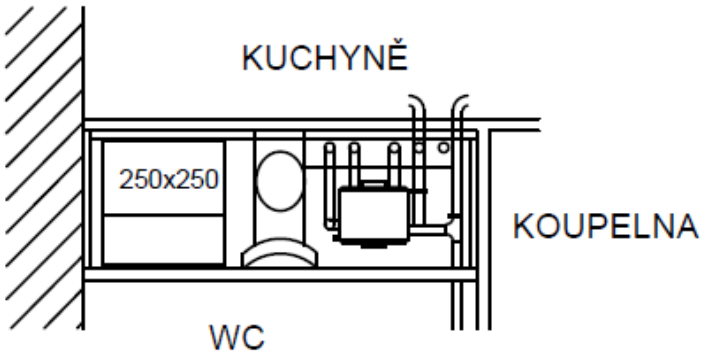
2.2.1 Typy bytových jader

B2 (1958 – 1968)

B2 je nejstarší bytové jádro, které lze nalézt v konstrukčních soustavách typu P a typu G (G40 a G57). Jádro typu P řešilo problematiku větrání WC a koupelen

přirozený větráním pomocí svislého osinkového potrubí s shunty[1] v instalační šachtě. Kuchyně byla větrána oknem. Jádro typu G bylo realizováno výjimečně, protože neobsahovalo žádné prvky větrání. Koupelna, WC i kuchyně byly větrány pouze okny. [2]

Větrací zařízení bytového jádra B2 nebylo zdaleka účinné. Obsahovalo osinkocement, což na jednu stranu mělo výborný vliv na pevnost v ohybu daného materiálu a byla to ochrana proti šíření požáru, na druhou stranu se prokázalo, že osinkocementová vlákna mají negativní vliv na zdraví člověka. Některá vlákna mohou mít při vdechování karcinogenní účinky. Další nevýhodou bylo to, že kuchyně nebyla odsávána vůbec. Bytové jádro B2 je nutné úplně rekonstruovat. Pro regeneraci je jedině možná instalace zcela nového podtlakového individuálního zařízení pro řízené větrání. Původní vzduchovod se nahradí vzduchovodem čtyřhranného průřezu se dvěma oddělenými průduchy pro odvod vzduchu podtlakovým systémem s malými axiálními ventilátory. Tento systém lze použít v panelovém domě do 4. podlaží. V jiném případě se původní vzduchovod nahradí vzduchovodem o průměru 225 pro jednotrubní systém. V instalační šachtě bytového jádra B2 není dostatek místa pro dva samostatné vzduchovody. Venkovní vzduch bude přiváděn pomocí fasádních prvků přívodu vzduchu. [2]



Obr. 1: Bytové jádro B2

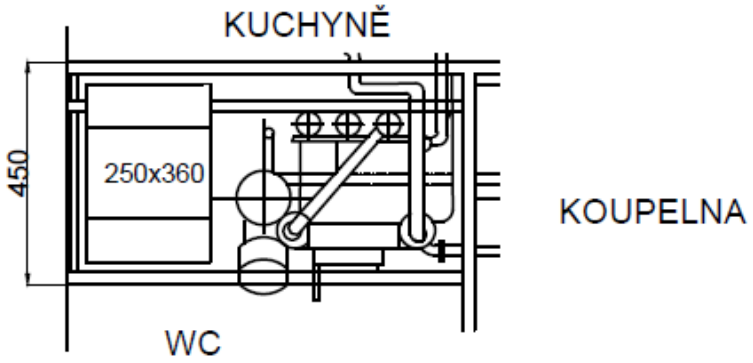
B3 (1961 – 1981) a B4 (1964 – 1972)

Bytové jádro B3 lze nalézt v konstrukčních soustavách G57 a T06B a bytové jádro B4 v T06B a T08B.

[1] Shunt - větrací systém používaný v bytových jádrech B2, B3 a B4.

Bytová jádra B3 a B4 jsou jádra se shodným větracím zařízením používající systém centrálního podtlakového nuceného větrání. Rozdíl mezi jádry je ten, že starší a rozšířenější bytové jádro B3 je prostorové a novější jádro B4 je skladebné a navazuje na existenci B3. Odpadní vzduch z WC, koupelny a kuchyně je odvětráván pomocí svislého vzduchovodu, který je opatřen shunty. Odsávání je zajištěno nástřešní větrací jednotkou typu DVJ umístěnou na tlumící komoře. Venkovní vzduch je přiváděn podtlakem infiltrací či otevřenými okny. [2]

Systém u těchto bytových jader je dokonalejší než u B2, přesto svojí koncepcí a výkonem nevyhovuje dnešním požadavkům. Proto je nutné oba typy úplně rekonstruovat podobně jako u bytového jádra B2. [2]



Obr. 2: Bytová jádra B3 a B4

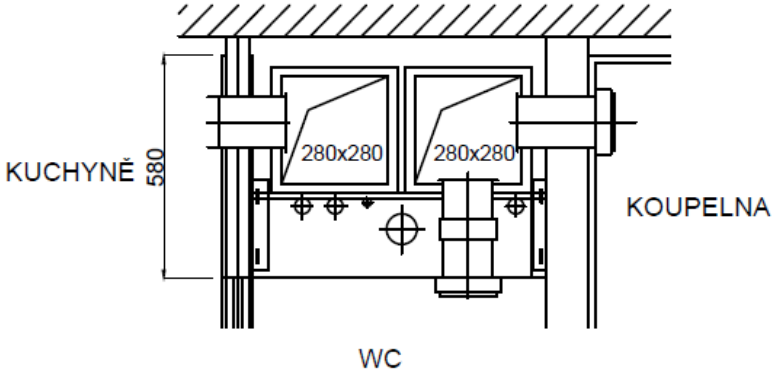
B6 (1964 – 1987) a B7 (1972 – 1981)

Bytová jádra B6 a B7 jsou jádra tzv. druhé generace vyvinutá pro stavební soustavy Larsen- Nielsen a VVÚETA a BANKS a P 1.11.

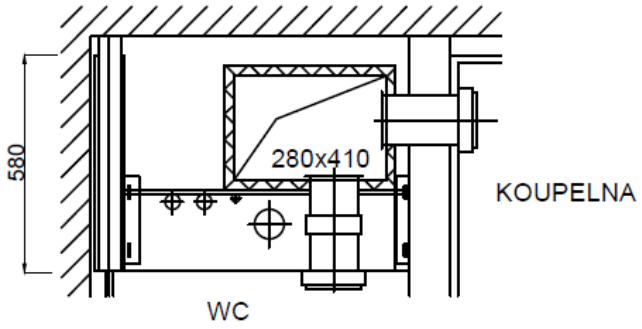
Větrání na WC a v koupelnách je řešeno systémem individuálního nuceného podtlakového větrání pomocí malých axiálních ventilátorů Elko-VHV. Ty ústí do samostatného svislého průduchu a spouští se pomocí zabudovaných tahových spínačů. Podtlakovým větráním je také vybavena kuchyně. Odsávání je řešeno pomocí odsavače, který se spouští spínačem. Výfuk ventilátoru je samostatně napojen do druhého průduchu. Oba dva průduchy jsou umístěny v instalační šachtě a na střeše ústní do výfukové komory. Čtyřhranné průduchy jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu a jsou opatřeny požadovanou protipožární izolací. Přívod venkovního čerstvého vzduchu je řešen infiltrací či otevřenými okny. [2]

Nevýhodou bytových jader typů B6 a B7 bylo používání málo výkonných a velmi hlučných axiálních ventilátorů Elko se samočinnými podtlakovými uzavíratelnými klapkami. Jiné v té době nebyly na trhu k dostání. Zůstávaly trvale otevřeny a kvůli nepřítomnosti filtrů se rychle znečišťovaly. Tyto nevýhody, dále značné netěsnosti obvodového pláště budovy a nevhodné použití tohoto větracího systému v objektech až do 12. podlaží, způsobují nestabilitu větrání. Dochází k nežádoucí či nedostatečné intenzitě výměny vzduchu, přenosu škodlivin a šíření hluku mezi jednotlivými místnostmi, dokonce i byty. Je to způsobeno nevhodným situováním jednotlivých bytů, rozdílem venkovní a vnitřní teploty, povětrnostními podmínkami atd. [2]

U bytového jádra B6 se dispozičně řeší tři varianty provedení. První varianta s návazností kuchyňské sestavy, druhá bez napojení kuchyňské sestavy a třetí s přídavným zařízením, tj. toaleta s umyvadlem.



Obr. 3: Bytová jádra B6 a B7 - umístění kuchyně vlevo

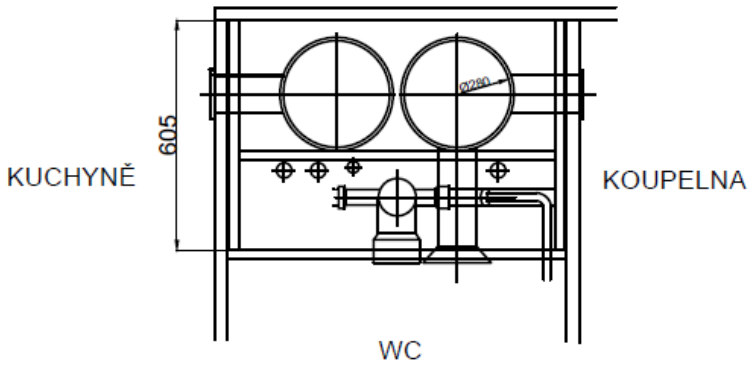


Obr. 4: Bytová jádra B6 a B7 - bez kuchyně

B9 a B10 (1980 – 1990)

Bytová jádra B9 a B10 jsou jádra tzv. třetí generace a jsou uzpůsobena pro konstrukční soustavy P. 1.11, P. 1.21, VVÚ-ETA, Larsen – Nielsen, PS69/2, B70 atd. B10 je historicky nejmodernější bytové jádro.

Ve ventilátorové komoře panelového domu je umístěna centrální nástřešní jednotka s radiálním oběžným kolem, která je spojena spiro-potrubím Ø 400 mm se sběrnou komorou. Obě komory jsou vybaveny akustickou izolací. Svislé průduchy tvoří dvě souběžná spiro-potrubí Ø 280 mm, jedno odvádí znehodnocený vzduch z kuchyně a druhé z koupelny a WC. Potrubí mají odbočky s vestavěnými regulátory průtoku pro jednotlivá vyústění. Regulátory jsou na vstupu vzduchu vybaveny filtry a opatřeny protipožární pojistkou. Samotné odsávání je spouštěno z kuchyní a hygienického zařízení pomocí spínačů a je vybaveno časovým spínačem pro automatický doběh. Tento odváděný vzduch je nahrazován venkovním vzduchem vstupujícím do obytných místností okny. I tato bytová jádra se musejí regenerovat. [2]



Obr. 5: Bytová jádra B9 a B10

3 REKONSTRUKCE VĚTRACÍCH SYSTÉMŮ BYTOVÝCH DOMŮ

Účinný způsob větrání je nutný pro zajištění přívodu čerstvého vzduchu, udržení relativní vlhkosti a udržení nízké hladiny CO_2, který ohrožuje zdraví, zvyšuje únavu a snižuje duševní aktivitu. Z tohoto důvodu je rekonstrukce větracích systémů důležitou součástí celkové revitalizace bytového fondu.

3.1 Dosavadní praxe

Kvalita vnitřního prostředí v panelových domech se v poslední době ukázala jako nevyhovující. Větrací systémy přestávají být funkční, a to z hlediska dlouhodobé absence údržby, či špatným předpokladem, na který byly navrhovány.

Většina původních systémů větrání využívá přívodu vzduchu netěsnými okny, infiltrací. Dochází také k provětrání vlivem větru. V dnešní době princip infiltrace nefunguje. Okna se vyměnila za nová - těsná, tudíž není umožněna infiltrace. Z tohoto důvodu je nutné řešit problematiku větrání tak, aby byly zajištěny standardy na kvalitu života. Bytová jádra jsou především navržena pouze na nárazové podtlakové větrání. Tento systém však není dostatečný, protože může docházet k nežádoucímu přisávání vzduchu různými otvory. Ve většině případů neodpovídá všem požadavků na splnění kvalitního zdravého vnitřního prostředí. [3] [4]

V následujících Tab. 1 a 2 je zobrazen přehled jednotlivých typů bytových jader a k nim přiřazen počet stoupacích potrubí, na která jsou navržena, dále jakému typu větrání jsou uzpůsobena.

Tab. 1: Způsoby větrání vhodné pro různá bytová jádra vzhledem k počtu stoupacích potrubí [5]

č.	Varianta větrání	Vhodné pro tyto typy bytových jader	Tomu odpovídající tyto panelové soustavy
1	Centrální podtlakový systém	Vše – kromě B2-G	všechny typy kromě G57 s typem šachty B2 - G
2	Individuální podtlakový systém	Vše – kromě B2-G	všechny typy kromě G57 s typem šachty B2 - G
3	Centrální rovnotlaký systém	B6, B7, B9, B10	NKS70, BANKS, Larsen-Nielsen, VVÚ ETA, P1.11, B70, P1.21,PS69/2,VOS
4	Individuální rovnotlaký systém	B6, B7, B9, B10	NKS70, BANKS, Larsen-Nielsen, VVÚ ETA, P1.11, B70, P1.21,PS69/2,VOS

Tab. 2: Typy bytových jader včetně počtu stoupacích potrubí a dosavadní varianty větrání

Typ bytového jádra	Počet stoupacího potrubí v šachtě	Dosavadní nejčastější varianta větrání
B2-P	1	Přirozené větrání pomocí osinkového potrubí
B2-G	0	žádné prvky větrání kuchyně, koupelny, WC (jen provětrávání)
B6	2	Individuální nucený podtlakový systém
B7	2	Individuální nucený podtlakový systém
B9	2	Individuální nucený podtlakový systém
B10	2	Individuální nucený podtlakový systém

3.2 Přehled používaných systémů větrání v současnosti

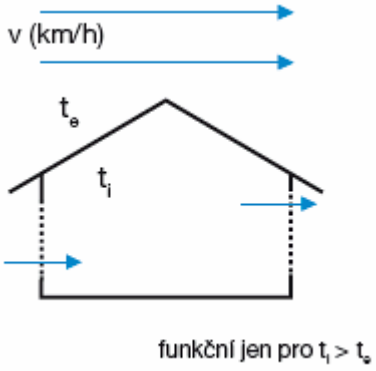
Pokud se uvažuje o rekonstrukci větracího systému v panelovém domě, musí se počítat se starší dispozicí jádra s ohledem nemožnosti instalovat dostatečně dimenzované stoupací vzduchovody. V současné době jsou v závislosti na historickém

období výstavby panelových domů v provozu tyto větrací systémy, principy jsou znázorněny na obrázcích.

3.2.1 Přirozené větrání s infiltrací

K větrání a výměně vzduchu dochází pronikáním vzduchu netěsností dveří, oken a stavební konstrukcí. Pokud nastane bezvětří, funguje infiltrace pouze na základě teplotního rozdílu mezi vnitřním a venkovním prostředím. K zvýšené efektivitě lze dopomoci krátkodobým provětráváním. [6]

Nevýhodou je moderní instalace těsných oken. V tomto případě je přirozené větrání nefunkční. Dále v zimním období dochází k velkým tepelným ztrátám a celkově je tento systém zcela závislý na povětrnostních podmínkách. [7]



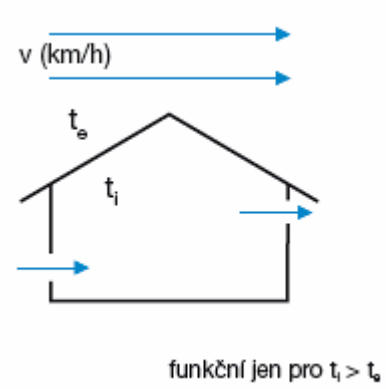
Obr. 6: Přirozené větrání s infiltrací [7]

3.2.2 Aerace

U aerace je výměna vzduchu a větrání zajištěna otvory v různých výškách v místnosti. Tím je definován průtočný průřez. Tento způsob větrání funguje i při bezvětří a je založen na teplotním rozdílu vnitřního a vnějšího prostředí. Pokud nastane vyrovnání teplot, větrání je neúčinné. [6]

Opět jako u větrání a výměny vzduchu přirozeným větráním, tento systém je zcela závislý na povětrnostních podmínkách a přestává fungovat při výměně starších oken za nová těsná okna.

Hnací sílou u aerace je významný zdroj tepla, pro bytové domy se proto nepoužívá.

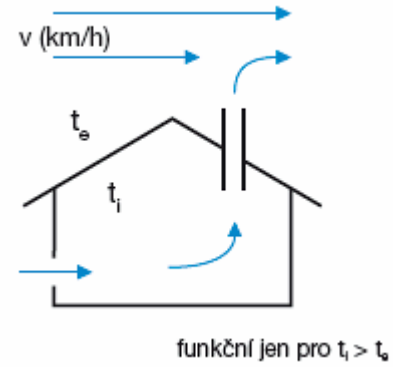


Obr. 7: Aerace [7]

3.2.3 Šachtové větrání

K šachtovému větrání dochází díky rozdílu teplot. Větrací mřížky z větraných místností jsou vedeny do sběrné větrací šachty, která může sloužit jak pro přívod, tak i pro odvod vzduchu. Nevhodné použití nastává v momentě, kdy se použije pro přívod vzduchu prostor, ve kterém může nastat podtlak, např. schodiště a společné chodby. Šachtové větrání se využívá u hybridních větracích systémů. [6]

Výhodou šachtového větrání je cena. Je to levná a bezúdržbová metoda používána již několik století. Přesto v dnešní době neodpovídá komfortním a hygienickým požadavkům na větrání. Nevýhodou tohoto systému je opět závislost na povětrnostních podmínkách. V zimním období dochází k intenzivnímu větrání, které nelze ovládat a dochází k velkým tepelným ztrátám. Systém je nefunkční při aplikaci těsných oken. [7]

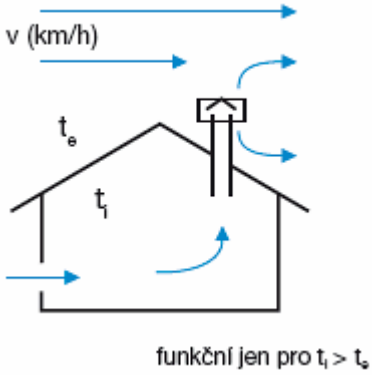


Obr. 8: Šachtové větrání [7]

3.2.4 Šachtové větrání s větracími hlavicemi

Větrání je umožněno díky rozdílu teplot uvnitř a vně budovy. Nasávací účinek šachty je doplněn větracími hlavicemi, převážně hlavicemi VHO, které mají omezený dopravní tlak. [6]

Tento systém větrání má plno nevýhod. Přívodním otvorem dochází k pronikání hluku z venkovního prostoru a není umožněno použití tlumičů hluku kvůli nízkému vztlaku systému. Dochází k poruchám funkce větrání působením větru a v přechodném období, kdy jsou teploty vyrovnány, je větrání nefunkční. Uživatel nemá šanci rozhodnout, kdy chce a kdy nechce větrat. V zimním období dochází k neřízenému větrání a velkým tepelným ztrátám. Systém je při instalaci těsných oken nefunkční a opět plně závislý na povětrnostních podmínkách. Bytové jednotky jsou tímto způsobem větrány všechny zároveň. [8]



Obr. 9: Šachtové větrání s větracími hlavicemi [7]

3.2.5 Šachtové větrání s rotačními hlavicemi

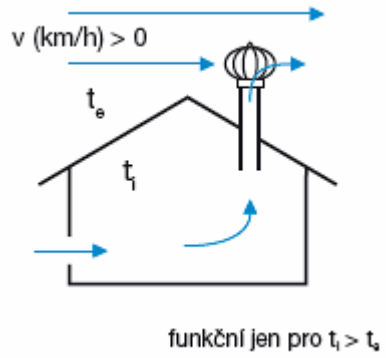
Systém větrání funguje na principu rozdílu teplot uvnitř a vně budovy. Účinek je doplněn rotačními větracími hlavicemi. Hlavice je tvořena radiálním kolem s dozadu zahnutými lopatkami. V případě, že fouká vítr, dochází ke spojení dvou účinků, podtlaku v ústí připojeného potrubí a podtlaku na sací straně rotujícího radiálního kola. [8]

Tento způsob větrání je levnou a nenáročnou metodou. Bohužel je nežádoucně doprovázen pronikáním hluku přívodním otvorem z venkovního prostředí, čemuž nelze zabránit. Nesmí být použity tlumiče hluku kvůli nízkému vztlaku systému. Větrání je nefunkční, pokud nastane vyrovnání teplot, či při letních podmínkách může docházet

k obrácenému směru proudění do vnitřního prostoru. Uživatel nerozhoduje, v jaký okamžik chce větrat, to je při dnešních požadavcích na kvalitu života nevyhovující. [7]

Šachtové větrání s rotačními hlavicemi je při aplikaci těsných oken nefunkční. V zimním období také dochází k velkým tepelným ztrátám. Jsou větrány všechny bytové jednotky najednou.

Při revitalizace panelových domů se vyměňují původní opotřebované centrální ventilátory právě za tyto rotující hlavice, popř. za nepohyblivé hlavice typu CAGI. Bohužel tato výměna není kvalitním řešením. Dopravní tlak hlavice při průměrné rychlosti větru 4 m/s je kolem 5 Pa při nulovém průtoku vzduchu. Potrubní systém panelových domů má však tlakovou ztrátu daleko vyšší, a to až řádově v desítkách a stovkách pascalů. Proto je zřejmé, že větrací hlavice nejsou schopny překonat tlakové ztráty potrubního systému, aby byl zajištěn potřebný průtok vzduchu. [7]



Obr. 10: Šachtové větrání s rotačními hlavicemi [8]

3.2.6 Decentrální nucené větrání

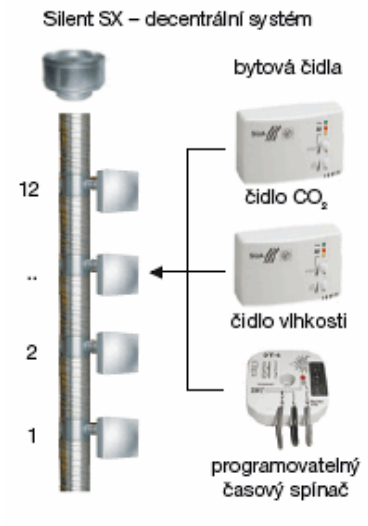
Větrání je zajištěno ventilátory osazenými v jednotlivých místnostech, ty jsou připojeny do stoupacího sběrného potrubí. Individuální ventilátory v bytových jednotkách pokrývají veškeré ztráty stoupačky, tvarovek, přívodních a průchozích prvků. Přívod vzduchu zajišťují přívodní prvky za otopnými tělesy, přívodní regulační prvky v rámech oken apod. Ventilátory jsou v provozu dle požadavků uživatelů. [6]

Decentrální nucené větrání je účinnou metodou, která odpovídá současným stavům techniky. Parametry větrání splňují dnešní komfortní a hygienické požadavky. V případě použití ventilátorů s těsnými klapkami, nedochází k pronikání pachů mezi byty, jak je tomu v předchozích případech. Samotný systém pokrývá tlakové ztráty.

Náklady na větrání si hradí uživatel sám, tudíž sám rozhoduje o režimu větrání a vždy se účelně větrají jen potřebné prostory. [8]

Nevýhodou tohoto systému je špatné zvolení ventilátorů s nedostatečným externím tlakem a průtokem, který není schopen překonat tlakové ztráty systému. Volí se radiální ventilátory, protože axiální nemají dostatečný dopravní tlak. Vzniklý hluk lze snížit užitím speciálních ventilátorů s malým hlukem a filtry vibrací motorů, zabrání se tím přenášení hluku přímo do obytných prostorů. [7]

V případě aplikace decentrálního větrání se řeší problém s odvětráváním digestoří v kuchyni. Digestoř s vlastním ventilátorem se nesmí připojovat do společného stoupacího potrubí, protože by docházelo k přefukování a také pronikání pachů do sousedních bytů. Proto se digestoř řeší jako centrální systém nebo se přímo vyvádí přes stěnu mimo objekt. [8]



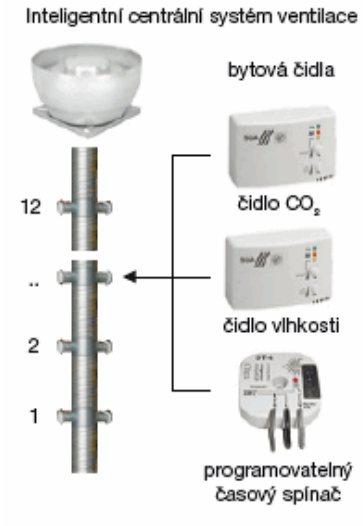
Obr. 11: Decentrální větrání [7]

3.2.7 Centrální větrání řízené skutečnou potřebou

Tento systém je založen na skutečné potřebě větrání. Mění se v závislosti na různých faktorech, jako je například stoupající lidská aktivita – výkon větrání se zvyšuje (produkce CO_2, vlhkosti a nárůstu teploty), či na povětrnostních podmínkách, kdy je dostatečný rozdíl teplot t_i a t_e, se výkon snižuje. Větrání se uskutečňuje pomocí inteligentních centrálních ventilátorů. Jsou osazeny na konci stoupacího sběrného potrubí, ve většině případů na střechách budovy. Výkon centrálního ventilátoru pokrývá tlakové ztráty systému. Přívod vzduchu je zajištěn hlukově izolovanými přívodními

prvky za otopnými tělesy, přívodními regulačními prvky v rámech oken apod. Ventilátory jsou v provozu dle uživatelů a jejich nároků na komfort. Vždy jsou ovládány inteligentními čidly na identifikaci množství CO_2, podílu vlhkosti a jiné. [6]

Výhodou centrálního větrání řízené skutečnou potřebou je to, že splňuje současné komfortní a hygienické požadavky na větrání. Je to ekologická a účinná metoda. Systém je vždy spojen s elektronickými čidly CO_2, hygrostaty a časovými spínači. Systém používá moderní EC motory s nízkou spotřebou a vysokou účinností. Nedochází k pronikání pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami a hluk se eliminuje tlumiči. Samotný zdroj hluku je instalován mimo byty. Díky použití systému elektricky ovládaných talířových ventilů a digestoří s elektrickými klapkami, větrá se vždy jen potřebná místnost a výkon vždy odpovídá nutné potřebě energie. [7]



Obr. 12: Centrální větrání řízené skutečnou potřebou [7]

Všeobecný problém při instalaci je stávající stoupací potrubí, které je často poddimenzované, a proto projektant VZT a provozovatel objektu musí zohlednit technické možnosti ve vztahu k projektovaným a hygienickým požadavkům.

3.3 Doporučená řešení větracích systémů bytových jednotek

Dnes se doporučuje pro větrání obytných budov tyto následující systémy větrání:

- Nucené podtlakové větrání
- Nucené rovnotlaké větrání
- Hybridní větrání

Tyto systémy lze z hlediska příslušnosti větracího zařízení k jednotlivým bytovým jednotkám rozlišit na centrální a lokální. V nových obytných budovách se čím dál tím častěji uplatňuje větrání řízené skutečnou potřebou.

3.3.1 Nucené podtlakové větrání

Podtlakové větrání je realizováno nuceným odvodem vzduchu z místnosti se zdrojem škodlivin nebo vlhkosti a přisáváním vzduchu z venkovního prostředí. Přívod čerstvého venkovního vzduchu se zajišťuje přívodními otvory integrovanými do výplní stavebních otvorů (oken) nebo zabudovanými otvory v obvodových stěnách. Tyto otvory se nejčastěji umísťují pod okna za nebo před otopná tělesa, popřípadě pod strop nad okna. Otvory bývají osazeny kvalitním filtrem a tlumičem hluku, pokud se obytná budova nachází v oblasti s výrazným zdrojem hluku. Větrací otvory se vyrábějí v mnoha tvarech, nejčastější jsou kruhová, obdélníková nebo ve tvaru úzkých štěrbin. V dnešní době jsou velmi často opatřeny regulací průtoku vzduchu, které reagují na změnu teploty nasávaného vzduchu. Otopná soustava zajišťuje ohřev venkovního vzduchu. [9]

Podtlakové větrání je jednoduchý účinný systém a s porovnání s nuceným rovnotlakým větráním, jsou jeho náklady daleko nižší. Avšak zásadním nedostatkem je absence zařízení pro zpětné získávání tepla, které výrazně snižuje náklady na ohřev větracího vzduchu.

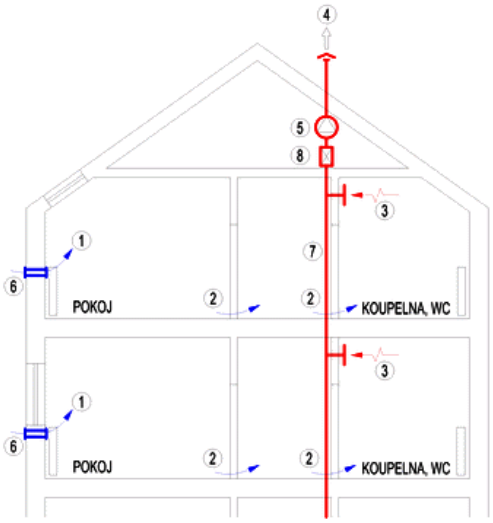
Nucené podtlakové větrání můžeme rozdělit na centrální a lokální.

Centrální podtlakový systém

U centrálního podtlakového zařízení slouží k dopravě odváděného vzduchu centrální ventilátor, který je napojen na příslušné stoupací potrubí v nevyšším místě budovy (Obr. 13). Veškeré tlakové ztráty vzduchovodu a systému distribuce vzduchu

hradí ventilátor. Jelikož je zdrojem hluku, musí být opatřen izolací a musí se zabránit šíření hluku do stoupacího potrubí, aby se hluk nešířil do jednotlivých bytových jednotek. Také se musí zabránit šíření hluku do venkovního prostředí. Jednou z největších výhod centrálního podtlakového větrání je fakt, že se nepřenáší nežádoucí pachy mezi jednotlivými byty. [4]

V současné době se na trhu nabízejí centrální podtlakové systémy, které umožňují větrání řízené dle potřeby – DCV (Demand Control Ventilation). Ventilátory jsou opatřeny systémem s regulací otáček (EC motory), proto mohou měnit vzduchový výkon na základě aktuální potřeby. Systém je samozřejmě vybaven čidly CO_2 v každém bytě, které automaticky regulují zavírání a otevírání odvodního prvku, dochází ke změně statického tlaku v obvodním potrubí. Ventilátor udržuje ve stoupacím potrubí konstantní tlak díky snímačům tlakové diference. [10]



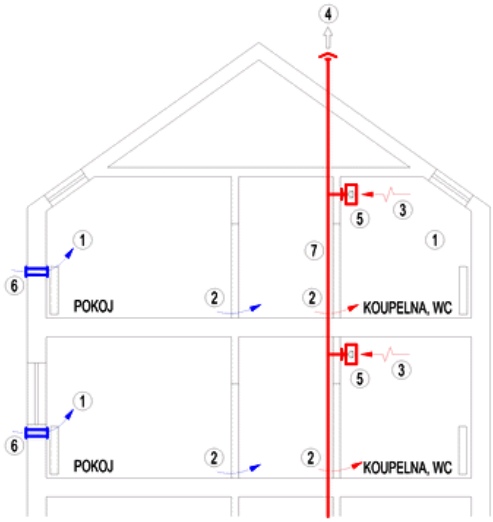
Obr. 13: Centrální podtlakové větrání [10]

Lokální podtlakový systém

U lokálních podtlakových systémů slouží k větrání lokální radiální ventilátor, který je napojen na stoupací potrubí a vzduch je vyfukován nad střechu (Obr. 14). Odvodní ventilátor je situován do dané místnosti (WC, koupelna), odkud je znehodnocený vzduch odsáván, či je odvodní ventilátor opatřen dvěma až třemi hrdly pro společný odvod vzduchu z několika místností jednoho bytu zároveň. Malé radiální ventilátory jsou bohužel velmi hlučné a mají nízkou účinnost, proto je nudné volit pro trvalé větrání ventilátory s nízkou hladinou akustického výkonu, který pracuje

s relativně nízkým dopravním tlakem. Důvodem této volby je hlavně to, že jsou ventilátory umístěny přímo v obytném prostoru. [4]

Tento systém se také využívá pro nárazové větrání kuchyně. Odsávací zákryt obsahuje ventilátor a příslušný filtr se zpětnou klapkou, která by měla být těsná a pravidelně podléhat kontrole čistoty. Díky tomu se zabrání přenosu škodlivin a nepříjemných pachů mezi jednotlivými byty. Bohužel řada výrobců neumožňuje snadný přístup ke zpětné klapce, která se postupem času zanáší a přestává být funkční. Cirkulační odsávací zákryty se nedoporučuje instalovat tam, kde není nucený odvod vzduchu. [4]



Obr. 14: Lokální podtlakové větrání [10]

3.3.2 Nucené rovnotlaké větrání

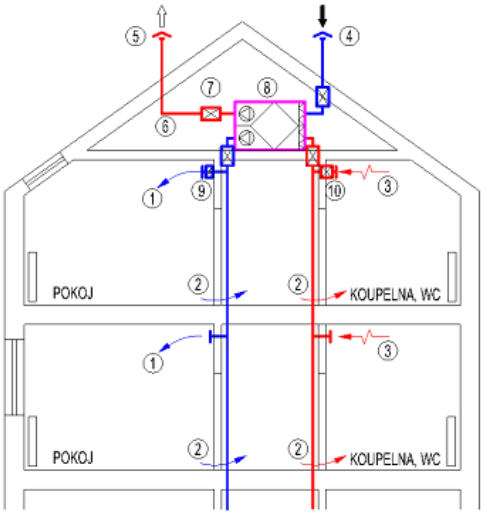
Nucené rovnotlaké větrání je daleko účinnější než nucené podtlakové větrání. Používá se i tam, kde není možné hlavně z hygienických důvodů zajistit přívod vzduchu podtlakem z obvodové stěny. [4]

Výhodou nuceného rovnotlakého větrání je využití zpětného získávání tepla ze vzduchu odváděného, díky čemuž se snižuje spotřeba tepla na ohřev vzduchu venkovního. Dopravu vzduchu zajišťuje dvojice ventilátorů umístěných v kompaktní vzduchotechnické jednotce. Ta obsahuje filtraci atmosférického vzduchu, výměník ZZT, případně ohřívač vzduchu. Větrací zařízení přivádí a předehřívá venkovní vzduch, dohřev zajišťuje otopná soustava či ohřívač. Ventilátory jsou vybaveny možností regulace výkonu, což umožňuje ovládat zařízení dle potřeby. [10]

Nevýhodou nuceného rovnotlakého systému větrání jsou jeho pořizovací náklady, vyšší spotřeba energie pro pohon ventilátorů, prostorové nároky pro umístění vzduchovodů a zařízení větrání. [10]

Centrální rovnotlaký systém

Celý systém je založen na centrální vzduchotechnické jednotce, která zajišťuje přívod venkovního vzduchu a odvod vzduchu znehodnoceného, včetně úpravy vzduchu. Jednotka je vybavena výměníkem zpětného získávání tepla ZZT. Je nutné dodržet minimální vzdálenosti pro vzájemnou polohu sání a výfuku vzduchu. Vzduch je distribuován k jednotlivým bytovým jednotkám, odtud se rozvádí do příslušných místností. Pro rozptýlení vzduchu v obytných místnostech slouží distribuční elementy, např. trysky, které umožní rovnoměrné provětrání místností. Princip je popsán na Obr. 15. [4]



Obr. 15: Centrální rovnotlaké větrání [10]

Pokud je větrání realizováno centrální větrací jednotkou pro více bytů, zařízení musí vyrovnávat tlakové poměry v přívodních a odváděcích vzduchovodech při zásahu jednolitých uživatelů. K tomu slouží ventilátory s proměnnými otáčkami. [4]

Výhodou tohoto systému je zajištění trvalé kvality vzduchu vnitřního prostředí s minimální spotřebou energie pro ohřev větracího vzduchu díky ZZT. Nevýhodou jsou vysoké prostorové nároky pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů. Ventilátory jsou opět opatřeny tlumiči hluku, aby se zabránilo šíření hluku mezi jednotlivými bytovými jednotkami, také aby se hluk nešířil do venkovního prostředí. Může docházet

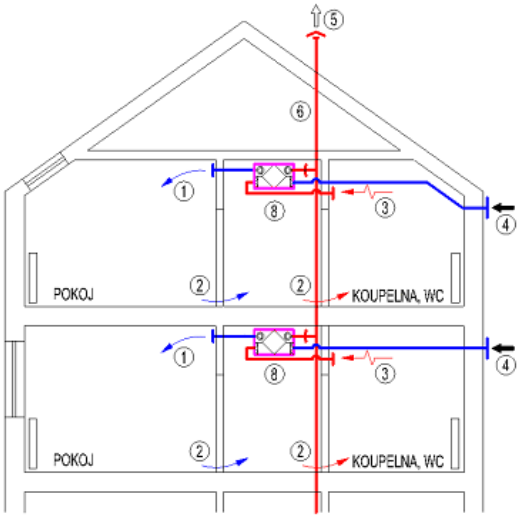
k přeslechům mezi jednotlivými byty, proto je možné vzduchovody opatřit přeslechovými tlumiči či se koncové elementy napojují přes ohebné hadice, které tlumí hluk. [10]

Náklady na celkový provoz centrálního nuceného větrání se rozpočítávají mezi jednotlivé bytové jednotky paušálně, nebere se ohled na užívání systému větrání.

Lokální rovnotlaký systém

Lokální rovnotlaké systémy slouží k individuálnímu větrání bytů. Větrací jednotka je vybavena filtrací vzduchu, ventilátory a výměníkem ZZT. Sání vzduchu je realizováno potrubím, nebo samostatně z fasády každé bytové jednotky. Vzduch se odvádí společným potrubím nad střechu objektu (Obr. 16). [4]

Větráním se zajistí požadovaná kvalita vnitřního vzduchu s minimální spotřebou tepelné energie na ohřev větracího vzduchu Nevýhodou je poměrně nízká účinnost ventilátorů, nároky na prostor umístění VZT jednotky a vzduchovodů uvnitř obytného prostoru a hlučnost větrací jednotky, která je umístěna přímo v obytné části. Uživatel má kontrolu nad systémem a hradí náklady na provoz a údržbu zařízení v rámci dané bytové jednotky. [10]



Obr. 16: Lokální rovnotlaké větrání [10]

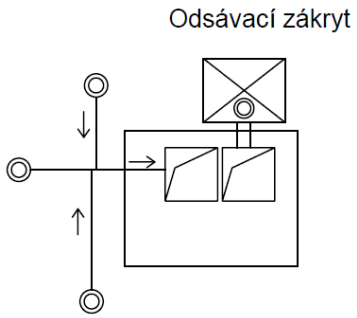
3.4 Přehled možných systémových řešení větrání

Z pohledu větrání se nabízí 4 varianty systémových řešení, kterými lze popsat větrání v panelovém domě.

Označení variant v bakalářské práci:

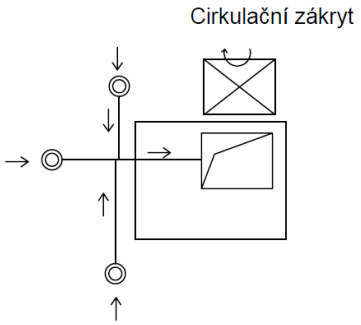
- Var. 1 - Podtlakové větrání s odsávací digestoří
- Var. 2 - Podtlakové větrání s cirkulační digestoří
- Var. 3 - Rovnotlaké větrání s odsávací digestoří
- Var. 4 - Rovnotlaké větrání s cirkulační digestoří – dvě možnosti: var. 4a
  : var. 4b

Var. 1 představuje podtlakové větrání s odsávací digestoří. V instalační šachtě jsou zapotřebí dva vzduchovody. Znehodnocený vzduch z kuchyně je odsáván pomocí odsávacího zákrytu. Druhý vzduchovod je určen pro odvod vzduchu znehodnoceného z hygienického zázemí.



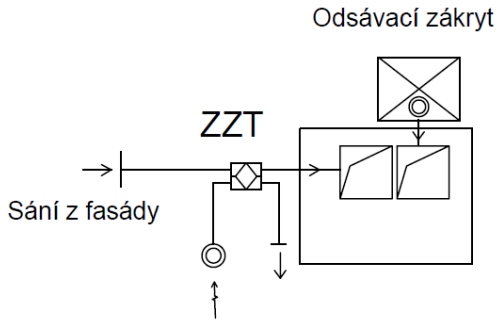
Obr. 17: Schéma - podtlakové větrání s odsávací digestoří

Var. 2 je umožněna pro bytová jádra s jedním stoupacím potrubím. Znázorňuje podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem. Cirkulační zákryt slouží k zachycení par a nečistot, bohužel už nedochází k samotnému odvádění par. Odvod znehodnoceného vzduchu z kuchyně je řešen trvalým odvodem vzduchu.



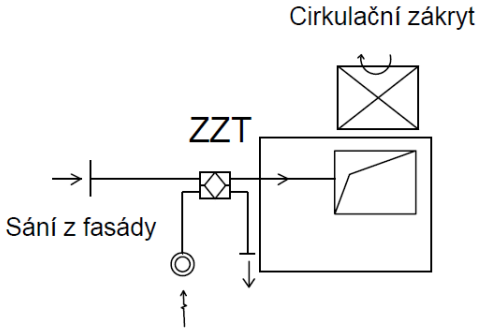
Obr. 18: Schéma - podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem

Var. 3 představuje rovnotlaké větrání s odsávacím zákrytem. Jeden vzduchovod slouží pro odvod znehodnoceného vzduchu z kuchyně pomocí odsávací digestoře a druhý pro odvod vzduchu z ostatních místností. Přívod je zajištěn sáním z fasády. U rovnotlakého větrání jsou lokální jednotky se zpětným získáváním tepla.



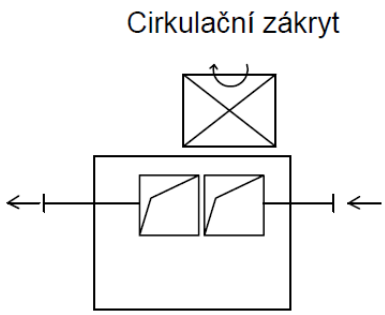
Obr. 19: Schéma - rovnotlaké větrání s odsávacím zákrytem, sání z fasády

Var. 4a znázorňuje rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem. Tento systému funguje jen v případě, kdy sání vzduchu je zpřístupněno z fasády. Větrání zajišťuje lokální jednotka se zpětným získáváním tepla.



Obr. 20: Schéma - rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem, sání z fasády

Var. 4b znázorňuje rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem. K dispozici jsou dva vzduchovody, jeden slouží pro odvod a druhý pro přívod vzduchu o stejném průtoku pro centrální větrání.



Obr. 21: Schéma - rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem

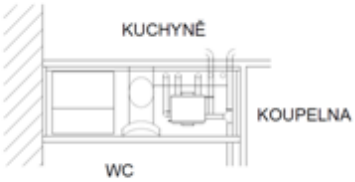
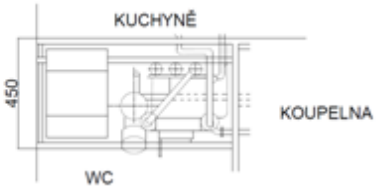
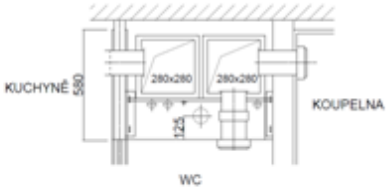
Dále tyto systémy větrání můžeme rozdělit dle příslušnosti větracího zařízení k jednotlivým bytovým jednotkám na lokální a centrální.

V Tab. 3 jsou rozděleny tyto varianty větrání a postupně jsou k nim přiřazeny jednotlivé typy bytových jader z hlediska možnosti provedení a funkčnosti.

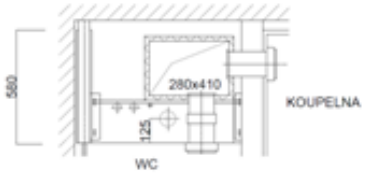
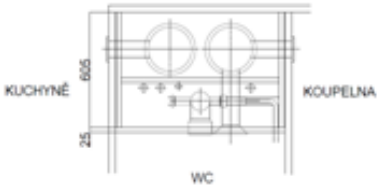
Z Tab. 3 je vidět, že pro nejnovější typ jádra B10 je možná aplikace v případě centrálního systému větrání varianta buď větrání podtlakového s odsávací digestoří, či rovnotlakého s cirkulační digestoří. V případě lokálního systému je umožněna varianta podtlakového větrání s odsávací digestoří, nebo rovnotlakého větrání s odsávací digestoří.

Pro nejstarší bytové jádro B2, kde je v bytové šachtě pouze jeden vzduchovod, je možné aplikovat tyto varianty větrání: centrální podtlakové větrání s cirkulační digestoří, či lokální podtlakové větrání s cirkulační digestoří, nebo rovnotlaké větrání s cirkulační digestoří a sáním z fasády.

Tab. 3: Přiřazení variant větrání k jednotlivým bytovým jádrům (1. část)

Typ jádra	Počet pater	Rychlost proudění vzduchu	Varianta větrání - CENTRÁLNÍ					Varianta větrání - LOKÁLNÍ				
		w [m/s]	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4a	Var. 4b	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4a	Var. 4b
B2 250 x 250 mm 	4	1,46	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
	8	2,92	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
	12	4,37	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
B3; B4 250 x 360 	4	1,01	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
	8	2,02	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
	12	3,04	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
B6; B7 280 x 280 	4	1,16	Ano	-	-	-	Ano	Ano	-	Ano	-	-
	8	2,32	Ano	-	-	-	Ano	Ano	-	Ano	-	-
	12	3,49	Ano	-	-	-	Ano	Ano	-	Ano	-	-

Tab. 3: Přiřazení variant větrání k jednotlivým bytovým jádrům (2. část)

Typ jádra	Počet pater	Rychlost proudění vzduchu	Varianta větrání - CENTRÁLNÍ					Varianta větrání - LOKÁLNÍ				
		w [m/s]	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4a	Var. 4b	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4a	Var. 4b
B6; B7 280 x 410 	4	0,79	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
	8	1,59	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
	12	2,38	-	Ano	-	-	-	-	Ano	-	Ano	-
B9; B10 Ø280 	4	1,48	Ano	-	-	-	Ano	Ano	-	Ano	-	-
	8	2,96	Ano	-	-	-	Ano	Ano	-	Ano	-	-
	12	4,44	Ano	-	-	-	Ano	Ano	-	Ano	-	-

Legenda:

Var. 1 = Podtlakové větrání s odsávací digestoří

Var. 2 = Podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem

Var. 3 = Rovnotlaké větrání s odsávací digestoří

Var. 4 = Rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem

Ano = Varianta lze použít

-= Varianta nelze

3.5 Požadavky na větrání obytných budov v ČR dle ČSN EN 15665/Z1

Přívod vzduchu

Přívod venkovního vzduchu je definován intenzitou větrání vyjadřující poměr průtoku čerstvého venkovního vzduchu přiváděného k objemu vnitřnímu větranému prostoru. Jeden z hlavních požadavků této normy je zajistit trvalý přívod venkovního vzduchu s minimální intenzitou větrání 0,3 h^{-1} v obytných prostorech a kuchyních. Pro vyšší požadovanou kvalitu vnitřního vzduchu se doporučuje intenzita větrání 0,5 až 0,7 h^{-1}. V době, kdy nejsou obytné budovy dlouhodobě využívány, lze snížit minimální intenzitu větrání z 0,3 na 0,1 h^{-1}, která je vztažena k celkovému objemu bytu. [11]

Odvod vzduchu

Z obytných budov je nutné zajistit odvod vzduchu znehodnoceného, především z kuchyně a z hygienického zázemí. Při trvalém větrání je průtok odváděného vzduchu stejný jako průtok vzduchu přiváděného. Znehodnocený vzduch se doporučuje odvádět přes WC a koupelnu [11]. Norma definuje průtoky odsávaného vzduchu pro nárazové větrání kuchyně a hygienického zázemí. Odsátý vzduch je hrazen přisáváním větracími otvory nebo zvýšeným přívodem vzduchu větrací jednotkou. Nárazové podtlakové větrání v kuchyni se použije hlavně tam, kde není zajištěn trvalý přívod a odvod vzduchu.

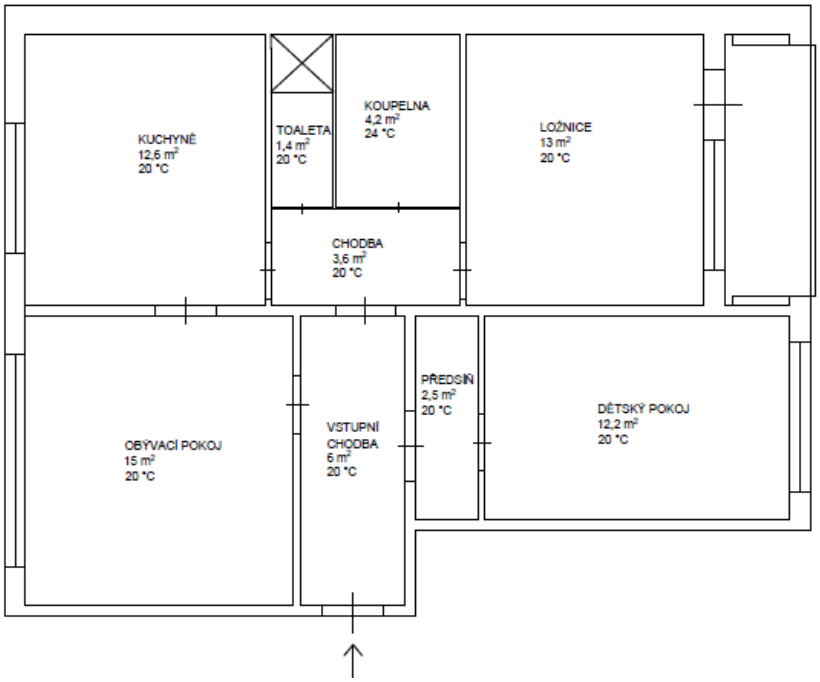
Návrh větrání rodinného bytu je proveden na základě doporučené intenzity větrání dle normy ČSN EN 15665/Z1, znázorněno v Tab. 4. [13]

Tab. 4: Požadavky na větrání obytných budov [11]

Požadavek	**Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)**		**Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)**		
	Intenzita větrání [h^{-1}]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m^3/h.os]	Kuchyně [m^3/h]	Koupelna [m^3/h]	WC [m^3/h]
Minimální hodnota	03	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

3.6 Stanovení průtoků vzduchu pro větrání typického bytu

Ke stanovení průtoku vzduchu typického bytu byl zvolen rodinný byt 3 + 1 o celkové ploše 71 m^2. Typický byt je stanoven dle statistky, ve které je uvedeno, že největší podíl domácností (65%), kde rodinu tvoří dva dospělí a jedno nebo dvě děti, žije v domácnosti o ploše 60 – 80 m^2 [14]. Byt je situován v Praze v klidné zástavbě bez výrazných zdrojů znečištění venkovního vzduchu. Venkovní výpočtová teplota pro Prahu je $t_{e,vyp}$ = -12 °C. Světlá výška podlaží je 2,6 m. Na půdorysu jsou vyznačeny plošné výměry jednotlivých místností a vnitřních teplot vzduchu (Obr. 22).



Obr. 22: Schéma bytu

3.6.1 Návrh podtlakového větrání s odsávacím zákrytem

Přívod vzduchu je zajištěn větracími otvory v obvodové stěně. Celkem jsou navrženy 4 přívodní otvory (ložnice, dětský pokoj, obývací pokoj a kuchyně). Průtok venkovního vzduchu se stanoví dle intenzity větrání.

$$\dot{V}_{e,1} = \sum I_{dop} . O_i \quad [\mathrm{m^3/h}] \tag{1}$$

Podtlakové větrání zajišťují dva samostatné dvou-otáčkové ventilátory umístěné v prostoru koupelny a WC. Odvod vzduchu znehodnoceného je zaústěn do společného

odpadního vzduchovodu. Vzduch je z obytných místností převáděn přes halu do koupelny a WC.

Nárazové větrání z hygienického zázemí a kuchyně je řešeno jako podtlakové s průtokem odváděného vzduchu. Pro nárazové větrání slouží 2. otáčky ventilátorů a v kuchyňském koutě je nainstalován odsávací zákryt. Ventilátory při zvýšeném průtoku překonají tlakovou ztrátu otvorů v obvodové stěně.

V následujících Tab. 5 a 6 jsou zobrazeny vypočítané hodnoty průtoků vzduchu pro podtlakové větrání s odsávací digestoří.

Tab. 5: Trvalé podtlakové větrání s odsávacím zákrytem

Místnost	**Trvalé podtlakové větrání**				
	1. otáčky ventilátorů				
	Objem místnosti	Intenzita větrání	Průtok vzduchu větracím otvorem	Průtok odváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním
	O	I	$V_{e,1}$	$V_{o,1}$	Q_v
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]	[W]
Obývací pokoj	39,0	0,5	20	0	249
Kuchyně	32,8	0,5	16	0	209
Dětský pokoj	31,7	0,5	16	0	202
Ložnice	33,8	0,5	30	0	383
Vstupní chodba	15,6	0	0	0	0
Předsíň	6,5	0	0	0	0
Chodba	9,4	0	0	0	0
Koupelna	10,9	0	0	54	79
Toaleta	3,6	0	0	27	0
Celkem byt	**183**	**-**	**82**	**82**	**1123**

Tab. 6: Podtlakové větrání - nárazové

Místnost	Nárazové větrání		
	2. otáčky ventilátorů		Zákryt
	Průtok větracího vzduchu	Průtok odváděného vzduchu	Průtok odváděného vzduchu
	$V_{e,2}$	$V_{o,2}$	V_{od}
	[m^3/h]	[m^3/h]	[m^3/h]
Obývací pokoj	32	0	0
Kuchyně	27	0	100
Dětský pokoj	26	0	0
Ložnice	50	0	0
Vstupní chodba	0	0	0
Předsíň	0	0	0
Chodba	0	0	0
Koupelna	0	90	0
Toaleta	0	45	0
Celkem byt	**135**	**135**	**100**

U trvalého podtlakového větrání s odsávacím zákrytem byl stanoven průtok vzduchu přiváděného větracím otvorem $V_{e,1}$ = 82 m^3/h, který se rovná průtoku odváděného vzduchu $V_{e,2}$. Průtok odváděného vzduchu z koupelny a WC je stanoven v poměru 2:1. Celkový výkon potřebný k ohřevu venkovního vzduchu, neboli tepelnou ztrátu, kterou hradí instalovaná otopná soustava, je Q_v = 1,2 kW.

Celkový výkon se stanoví dle vztahu

$$Q_v = \dot{V}_e.\rho.c.(t_i - t_e) + \dot{V}_p.\rho.c.\left(t_i - t_{i,e}\right) \quad [\mathrm{W}] \tag{2}$$

U nárazového větrání byly zvoleny průtoky odváděného vzduchu z koupelny a WC tak, aby vyhovovaly požadavkům. Průtok odváděného vzduchu odsávacím zákrytem v kuchyni je V_{od} = 100 m^3/h.

3.6.2 Návrh podtlakového větrání s cirkulačním zákrytem

U podtlakového větrání s cirkulačním zákrytem se uvažuje se stejným průtokem vzduchu, který byl zvolen u podtlakového větrání s odsávacím zákrytem. Byl navýšen trvalý odvod z kuchyně, aby se vyřešila problematika s cirkulačním zákrytem, kterým se vzniklé páry neodvádějí.

V Tab. 7 a 8 jsou uvedeny zjištěné hodnoty průtoků odváděného vzduchu pro podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem.

Tab. 7: Trvalé podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem

Místnost	**Trvalé podtlakové větrání**				
	1. otáčky ventilátorů				
	Objem místnosti	Intenzita větrání	Průtok vzduchu větracím otvorem	Průtok odváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním
	O	I	$V_{e,1}$	$V_{o,1}$	Q_v
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]	[W]
Obývací pokoj	39,0	0,5	20	0	249
Kuchyně	32,8	0,5	16	32	209
Dětský pokoj	31,7	0,5	16	0	202
Ložnice	33,8	0,5	30	0	383
Vstupní chodba	15,6	0	0	0	0
Předsíň	6,5	0	0	0	0
Chodba	9,4	0	0	0	0
Koupelna	10,9	0	0	33	48
Toaleta	3,6	0	0	17	0
Celkem byt	**183**	**-**	**82**	**82**	**1092**

Tab. 8: Nárazové větrání

Místnost	Nárazové větrání	
	2. otáčky ventilátorů	
	Průtok větracího vzduchu	Průtok odváděného vzduchu
	$V_{e,2}$	$V_{o,2}$
	[m^3/h]	[m^3/h]
Obývací pokoj	32	0
Kuchyně	27	52
Dětský pokoj	26	0
Ložnice	49	0
Vstupní chodba	0	0
Předsíň	0	0
Chodba	0	0
Koupelna	0	54
Toaleta	0	28
Celkem byt	**134**	**134**

3.6.3 Návrh rovnotlakého větrání s odsávacím zákrytem

Rovnotlaké větrání vychází z hodnot uvedených v předchozích tabulkách a zároveň respektuje minimální dávku venkovního vzduchu.

Pro větrání je navržena lokální větrací jednotka se zpětným získáváním tepla. Umožňuje průtok vzduchu ve třech stupních. Lokální větrací jednotka obsahuje výměník tepla s teplotním faktorem – účinností Φ = 73 %.

Trvalé větrání v nepřítomnosti osob – 1. otáčky

Průtok venkovního vzduchu do obytných místností vychází z minimální intenzity větrání, a to I_{min} = 0,3 h^{-1}.

Trvalé větrání za přítomnosti osob – 2. otáčky

Trvalé větrání se dimenzuje buď na základě doporučené dávky čerstvého vzduchu pro osoby, nebo na základě doporučené intenzity větrání. V této práci bylo počítáno s průtokem zjištěným na základě doporučené intenzity větrání.

V následujících Tab. 9 a 10 jsou uvedeny průtoky odváděného vzduchu pro rovnotlaké větrání s odsávací digestoří.

Tab. 9: Rovnotlaké větrání - trvalé, v nepřítomnosti osob

Trvalé větrání - v nepřítomnosti osob (1. otáčky ventilátorů)				
Místnost	Objem místnosti	Intenzita větrání	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
	O	I_1	$V_{e,1}$	$V_{o,1}$
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]
Obývací pokoj	39	0,3	12	0
Kuchyně	33	0,3	10	0
Dětský pokoj	32	0,3	10	0
Ložnice	34	0,3	18	0
Vstupní chodba	16	0	0	0
Předsíň	7	0	0	0
Chodba	9	0	0	0
Koupelna	11	0	0	33
Toaleta	4	0	0	16
Celkem byt	**183**	**-**	**49**	**49**

Tab. 10: Trvalé větrání - během přítomnosti osob

Trvalé větrání - během přítomnosti osob (2. otáčky ventilátorů)					
Místnost	Objem místnosti	Intenzita větrání	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu	Tepelná ztráta větráním
	O	I_2	$V_{e,2}$	$V_{o,2}$	Q_v
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]	[W]
Obývací pokoj	39	0,5	20	0	67
Kuchyně	33	0,5	16	0	56
Dětský pokoj	32	0,5	16	0	55
Ložnice	34	0,5	30	0	103
Vstupní chodba	16	0	0	0	0
Předsíň	7	0	0	0	0
Chodba	9	0	0	0	0
Koupelna	11	0	0	54	79
Toaleta	4	0	0	27	0
Celkem byt	**183**	**-**	**82**	**82**	**361**

U trvalého větrání v nepřítomnosti osob byla zvolena intenzita větrání I_1 = 0,3 h^{-1}. Průtok přiváděného a průtok odváděného vzduchu vyšel přibližně 49 m^3/h. Během přítomnosti osob se dle doporučené intenzity větrání počítá s I_2 = 0,5 h^{-1}.

Využije se 2. stupeň otáček ventilátorů větrací jednotky. Průtok odváděného a přiváděného vzduchu činí opět 82 m^3/h. Tepelná ztráta větráním je Q_v = 361 W.

Nárazové větrání – 3. otáčky

Z hygienického zařízení se použije pro odvod znehodnoceného vzduchu 3. stupeň otáček ventilátorů větrací jednotky. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 11.

Tab. 11: Nárazové větrání

Místnost	**Nárazové větrání**				
		(3. otáčky ventilátorů)			**Odsávací zákryt**
	Objem místnosti	Intenzita větrání	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu	Průtok odváděného vzduchu
	O	I_3	$V_{e,3}$	$V_{o,3}$	$V_{o,3}$
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]	[m^3/h]
Obývací pokoj	39	1,36	32	0	0
Kuchyně	33	1,36	27	0	100
Dětský pokoj	32	1,36	26	0	0
Ložnice	34	1,36	50	0	0
Vstupní chodba	16	0	0	0	0
Předsíň	7	0	0	0	0
Chodba	9	0	0	0	0
Koupelna	11	0	0	90	0
Toaleta	4	0	0	45	0
Celkem byt	**183**	**-**	**135**	**135**	**100**

Intenzita větrání byla zvolena I_3 = 1,36 h^{-1}. Průtok odváděného a přiváděného vzduchu je 135 m^3/h. V kuchyni je navržen odsávací zákryt, který odvádí $V_{o,3}$ = 100 m^3/h.

Ohřev venkovního vzduchu

Teplota vzduchu za výměníkem

$$t_{zzt} = \Phi.(t_i - t_e) + t_e \quad [°C] \tag{3}$$

Celkový výkon potřebný k ohřevu venkovního vzduchu v režimu trvalého větrání je stanoven

$$Q_v = \dot{V}_{e,2}.\rho.c.(t_i - t_{zzt}) + \dot{V}_{0,2,koup}.\rho.c.\left(t_i - t_{i,e}\right) \quad [W] \tag{4}$$

3.6.4 Návrh rovnotlakého větrání s cirkulačním zákrytem

U rovnotlakého větrání s cirkulačním zákrytem se pracuje stejným průtokem vzduchu, který byl zvolen u rovnotlakého větrání s odsávacím zákrytem. Byl navýšen trvalý odvod z kuchyně. Poměry průtoků zachovány.

V Tab. 12 a 13 jsou uvedeny zjištěné hodnoty průtoků odváděného vzduchu u rovnotlakého větrání s cirkulačním zákrytem.

Tab. 12: Nucené rovnotlaké větrání – trvalé, v nepřítomnosti osob

Trvalé větrání - v nepřítomnosti osob (1. otáčky ventilátorů)				
Místnost	Objem místnosti	Intenzita větrání	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
	O	I_1	$V_{e,1}$	$V_{o,1}$
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]
Obývací pokoj	39	0,3	12	0
Kuchyně	33	0,3	10	9
Dětský pokoj	32	0,3	10	0
Ložnice	34	0,3	18	0
Vstupní chodba	16	0	0	0
Předsíň	7	0	0	0
Chodba	9	0	0	0
Koupelna	11	0	0	20
Toaleta	4	0	0	10
Celkem byt	**183**	**-**	**49**	**49**

Tab. 13: Nucené rovnotlaké větrání - během přítomnosti osob

Trvalé větrání - během přítomnosti osob (2. otáčky ventilátorů)					
Místnost	Objem místnosti	Intenzita větrání	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu	Tepelná ztráta větráním
	O	I_2	$V_{e,2}$	$V_{o,2}$	Q_v
	[m^3]	[h^{-1}]	[m^3/h]	[m^3/h]	[W]
Obývací pokoj	39	0,5	20	0	67
Kuchyně	33	0,5	16	32	56
Dětský pokoj	32	0,5	16	0	55
Ložnice	34	0,5	30	0	103
Vstupní chodba	16	0	0	0	0
Předsíň	7	0	0	0	0
Chodba	9	0	0	0	0
Koupelna	11	0	0	33	48
Toaleta	4	0	0	17	0
Celkem byt	**183**	**-**	**82**	**82**	**330**

U trvalého větrání v nepřítomnosti osob byla zvolena intenzita větrání I_1 = 0,3 h^{-1}. Průtok přiváděného a průtok odváděného vzduchu vychází 49 m^3/h. Během přítomnosti osob se dle doporučené intenzity větrání počítá s I_2 = 0,5 h^{-1}. Využije se 2. stupeň otáček ventilátorů větrací jednotky. Průtok odváděného a přiváděného vzduchu činí opět 82 m^3/h. Tepelná ztráta větráním je Q_v = 330 W.

Tab. 14: Nárazové větrání - 3. otáčky

Místnost	Nárazové větrání (3. otáčky ventilátorů)		
	Objem místnosti	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
	O	$V_{e,3}$	$V_{o,3}$
	[m^3]	[m^3/h]	[m^3/h]
Obývací pokoj	39	32	0
Kuchyně	33	27	52
Dětský pokoj	32	26	0
Ložnice	34	49	0
Vstupní chodba	16	0	0
Předsíň	7	0	0
Chodba	9	0	0
Koupelna	11	0	54
Toaleta	4	0	28
Celkem byt	**183**	**134**	**134**

Při nárazovém větrání se využije 3. stupeň otáček ventilátorů. Průtok odváděného a přiváděného vzduchu je 134 m^3/h.

Veškeré vzájemné poměry mezi průtoky přiváděného a odváděného vzduchu jsou zachovány ve všech předchozích výpočtech.

Použité vzorce při výpočtu rychlosti proudění vzduchu potrubím:

Pro výpočet rychlosti proudění vzduchu byl použit stanovený objemový průtok V_e = V_o = 82 m^3/h. Výpočet se provádí s hodnotami pro trvalé větrání, nikoli pro nárazové.

Průtok vzduchu potrubím

$$\dot{V} = x.\dot{V}_{vypoč.} = x.82 \quad [\mathrm{m}^3/\mathrm{h}] \tag{5}$$

Rychlost proudění

$$w = \dot{V}/S_p \quad [\mathrm{m/h; m/s}] \tag{6}$$

Maximální rychlost proudění vzduchu v potrubí by neměla v obytném prostoru překročit 5 m/s. Navržený objemový průtok 82 m^3/h splňuje tento požadavek. Rychlosti proudění pro jednotlivá bytová jádra jsou zobrazeny v Tab. 3.

4 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Požární zabezpečení bytových domů vyplývá ze závazných předpisů (stavební zákon, zákon o požární ochraně, prováděcí vyhlášky k těmto zákonům, další právní normy v platném znění), také vyplývá z nezávazných ČSN. [15]

Bytová jádra jsou jedním z nejcitlivějších míst k šíření požáru v panelovém domě. Během výstavby panelových domů prošla četnými materiálovými změnami. Zvýšená opatrnost by se měla projevit zejména u bytových jader B2 a B3, jelikož obsahovala maximální podíl plastů ve svých konstrukcích. Původní materiály, které se používaly, byly například umakart (pláště panelů a stěn), polyesterový skelný laminát (vana, mezistropy, ventilace), EPS (výplň panelů stěn), PVC (podlahová krytina), PVC fólie, PVAC (nátěry), těsnící profily pryžové atd. Tyto materiály jsou vysoce hořlavé a při jejichž rozkladu vznikají zdraví nebezpečné toxické látky. [16]

Požár na bytové jádro může působit celkově, nebo lokálně. Při celkovém působení požár vznikne mimo jádro, naopak při lokálním dochází ke vzniku požáru na zařízení nebo na součásti bytového jádra. Lokální požár se šíří ve vertikálním směru. Bytová jádra jsou propojena instalačním systémem (stoupací potrubí kanalizace, vody a plynu) a také ventilačním systémem, který je hlavní cestou šíření požáru. V první fázi šíření požáru zde může dojít k unikání kouřové zplodiny, v další však může dojít i k prošlehnutí plamene. Rychlost šíření požáru je určena požárním úsekem PO konstrukcí ohraničujících větrací šachtu a hořlavostí materiálů vzduchovodů. Požár a jeho způsob šíření je také ovlivněn řadou dalších faktorů. [17]

V první sérii bytových jader jsou vzduchovody vyrobeny ze zmíněného polyesterového skelného materiálu. Prochází všemi podlažími a vytváří tím požární most, proto v této situaci dochází nejčastěji ke vzplanutí vlastních vzduchovodů. Později byl laminát nahrazen pozinkovaným plechem, kterým se nemohl šířit požár jako takovým, ale dovolil rozšíření požáru v důsledku špatně napojeného plechového potrubí. Připouštěl také možnost vzplanutí stěn instalační šachty od rozpáleného plechu. [16]

Díky těmto zkušenostem se nahradil laminát plechem, přidala se tepelná izolace svislých i vodorovných vzduchovodů minerálně vláknitým materiálem a přerušily se

šachty v úrovni stropu každého podlaží nehořlavou hmotou. Tato skutečnost zabránila šíření požáru komínovým efektem. [16]

Navzdory všem zlepšením, tyto úpravy nebyly schopny zajistit požadovanou požární bezpečnost, která u bytových jader B2 a B3 činila jen 35 minut. Nejen z tohoto důvodu se vývoj zaměřil na nové typy bytových jader B6 a B7. Požární odolnost u B6 a B7 měla být 80 až 108 minut. Pozdější bytové jádro B10 už vyhovovalo požadavkům požární ochrany. [15]

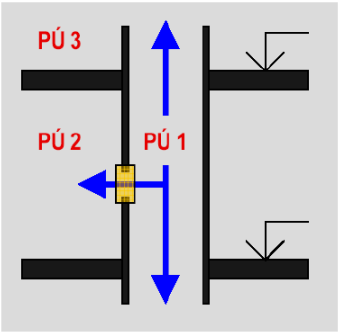
4.1 Koncepce řešení instalačních šachet

Rozvody VZT musí být provedeny tak, aby se jimi nemohl šířit požár nebo jeho zplodiny do jiných požárních úseků. Je nutné instalovat požární klapky, které se v případě požáru samočinně uzavřou, popř. vytvořit potrubí s požární odolností.

Instalační šachty se z hlediska reálného požárního zabezpečení dělí do tří konstrukčních variant.

Průběžná instalační šachta – „komín“

Tato šachta vytváří po své výšce samostatný požární úsek, který je oddělený od navazujících prostor požárně dělící konstrukcí a požárními uzávěry (dvířky) v rámci revizního přístupu k instalacím. Instalační prostor a sousední prostor (byt) jsou vzájemně požárně odděleny. Schéma průběžné instalační šachty je znázorněno na Obr. 23. [17]



Obr. 23: Průběžná šachta [18]

Ve stávajících objektech i novostavbách se velmi často vyskytují betonové předěly v úrovni stropů bez dotěsněných prostupů, následně se toto považuje, že je šachta požárně vyřešena. Bohužel tomu tak není. Prostupy skrze plášť šachty se neřeší

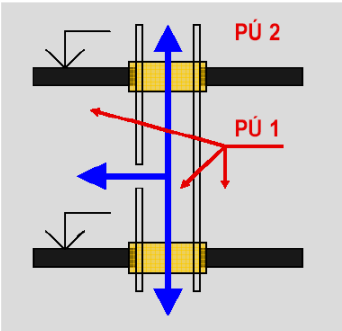
a revizní dvířka velmi často bývají pouze s nejobyčejnější požární odolností. Zde nastává problém. V případě vzniku požáru v betonovém předělu, který se dostane do šachty či bytového jádra, vzniká rozsáhlý požární most. Je však známo, že předěl může omezit komínový efekt, zabránit šíření kouře a toxických zplodin, a i v šachtě vytváří akustickou bariéru. V případě, že předěl není protipožárně zajištěn, není požárně zajištěna ani šachta. V dnešní době se dokonce v rámci výměny instalací a regenerace panelové výstavby betonové předěly buď odstraňují, nebo se zjišťuje, že nebyly vytvořeny vůbec. Norma ČSN 73 0834 udává, že pokud šachta nevytváří samostatný požární úsek, musí být v úrovni každého stropu vytvořen předěl stavební konstrukcí s požárně dotěsněnými prostupy instalací. [16]

Instalační šachty spadají nejčastěji do SPB II či III. Pro šachty do výšky 45 m vychází požadavek na požární odolnost 30 min, pro plášť a pro požární uzávěr (revizní dvířka) 15 min.

Základním problémem při řešení požární odolnosti instalační šachty jsou především zmíněné prostupy. Z toho také vyplývá, že je nutné udělat při realizaci důkladnou kontrolu všech utěsněných prostupů a dalších částí, protože v rámci pravidelné kontroly se k nim lze dostat jen stěží.

Horizontálně členěná instalační šachta

V instalačním prostoru v úrovni stropů je vytvořena požární přepážka (Obr. 24). V tomto provedení se instalační prostor stává součástí požárního úseku (bytu), kterým prochází. Z tohoto důvodu zde není nutná požární odolnost svislého pláště šachty, prostupy instalací a ani revizních dvířek. [17]

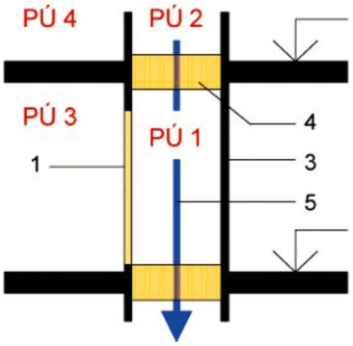


Obr. 24: Horizontálně členěná šachta [18]

Veškeré instalace jsou na bázi plastických hmot, které v případě požáru mohou vytvářet palivo s nebezpečnými produkty hoření. Jelikož je zde předěl v úrovni stropu, vzniklé produkty hoření nemohou odcházet komínovým efektem do nejvyšších partií šachty, kde by mohlo být odvětrávání mimo objekt.

Kombinovaná instalační šachta

Větrací šachta je požárně oddělena ve vertikálním i horizontálním směru. V každém podlaží vzniká dílčí požární úsek (Obr. 25). [18]



Obr. 25: Kombinovaná šachta [18]

Legenda: 1 – požární uzávěr, 3 – šachtová stěna s požární izolací, 4 – požární přepážka v úrovni stropu, 5 – instalace, PÚ – požární úsek

V dnešní době se volí sdružený prostup, který využívá konstrukce tzv. měkké ucpávky. Touto ucpávkou prostupují všechna potrubí. Ucpávky se skládají z desek minerální vlny a dle požadované požární odolnosti se volí vrstvy. Součástí je zpevňující nebo žáruvzdorný povrchový nátěr, který se nanáší celoplošně na povrch desek a na prostupující instalace. Dalšími typy ucpávek jsou tvrdé, rozebíratelné a speciální, které také naleznou své uplatnění. [17]

Jak je již zmíněno, je důležité zamýšlet se nad používaným materiálem v instalačních šachtách z hlediska požární bezpečnosti. Čím dál tím více používané plastické hmoty, které vykazují výborné fyzikální, chemické i mechanické vlastnosti a samozřejmě a nízké pořizovací náklady, naopak prokazují neuspokojující požární odolnost. Také se v současné době nedbá na dobré zacházení při rekonstrukci. Dochází k poškozování ucpávek, těsnění a samostatných požárně dělících konstrukcí šachet, což samozřejmě přispívá ke zhoršení požárního stavu.

5 NÁVRH VĚTRÁNÍ TYPICKÉHO BYTU

5.1 Základní požadavky na větrací soustavy v obytných budovách

- Větrací soustava musí zabezpečit odvod vzduchu znehodnoceného a přívod vzduchu čerstvého venkovního podle stanovených požadavků.
- Soustava zajišťuje stabilní a účinný provoz. Systém větrání musí přivádět a odvádět požadované množství vzduchu nezávisle na situaci daného prostoru v rámci budovy.
- Nulová možnost zásahu do provozu systému uživatelem.
- Odváděný znehodnocený vzduch a pachy nesmí pronikat do ostatních bytů přes větrací soustavu nebo přes konstrukci, kudy je potrubí vedeno.
- Zabránění šíření požáru větrací soustavou. V případě svislého vzduchovodu, který prostupuje přes více podlaží a jeho dimenze je větší než 400 cm^2, je nutné v místech přechodu přes jednotlivé požární úseky osadit požární klapky.

5.2 Popis objektu – rodinný byt

Předmětem návrhu bakalářské práce je vyřešit větrání bytu 3 + 1 o celkové ploše 71 m^2. Konstrukční systém je panelový s využitím soustavy OP 1.11, která byla vystavěna v letech 1980 až 1990. V tomto konstrukčním systému bylo použito bytové jádro B10. [19] Předpokládá se, že byt obývá tříčlenná rodina. Návrh větrání je proveden na základě doporučené intenzity větrání dle normy ČSN EN 15665/Z1 a zohledňují se 4 možné varianty, které jsou popsány v kapitole 3.4.

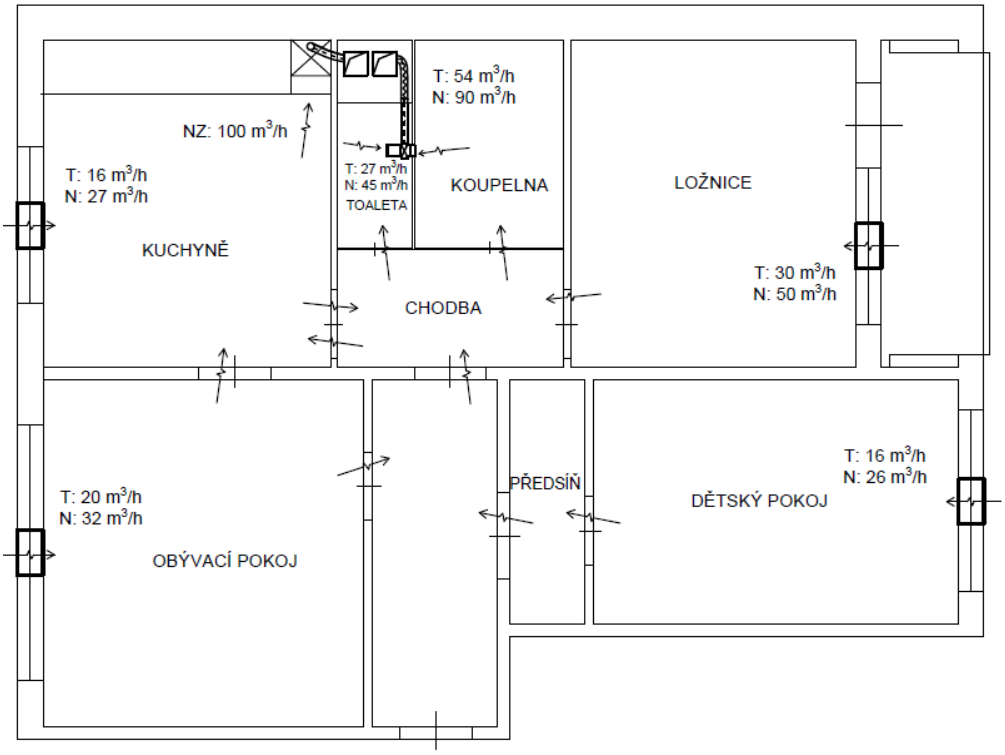
Půdorys bytu je znázorněn na Obr. 22.

5.3 Návrhy větrání typického bytu s ohledem na dispoziční uspořádání bytového jádra

- *Konkrétní návrh centrálního podtlakového větrání s odsávací digestoří*

Přívod čerstvého vzduchu je umožněn pomocí přívodních otvorů umístěných v každé obytné místnosti v obvodové stěně bytu, které reagují na aktuální koncentraci CO_2, popř. také relativní vlhkost. Dopravu vzduchu zajišťuje ventilátor s proměnnými otáčkami umístěný na střeše objektu. Pro minimalizaci šíření hluku je ventilátor opatřen tlumičem, který zabraňuje šíření hluku ve VZT potrubí a do okolí. Odvod vzduchu je

umožněn pomocí dvou talířových ventilů umístěných v hygienickém zázemí, které jsou přes potrubní rozvod z ohebné hadice napojeny na centrální vertikální vzduchovod ve stoupačce. Odvodní vzduchovod je na střeše opatřen výfukovou hlavicí. Odvod znehodnoceného vzduchu z kuchyně je řešen jako nárazový s odsávacím zákrytem. Situace v konkrétním bytu je schematicky znázorněna na Obr. 26.



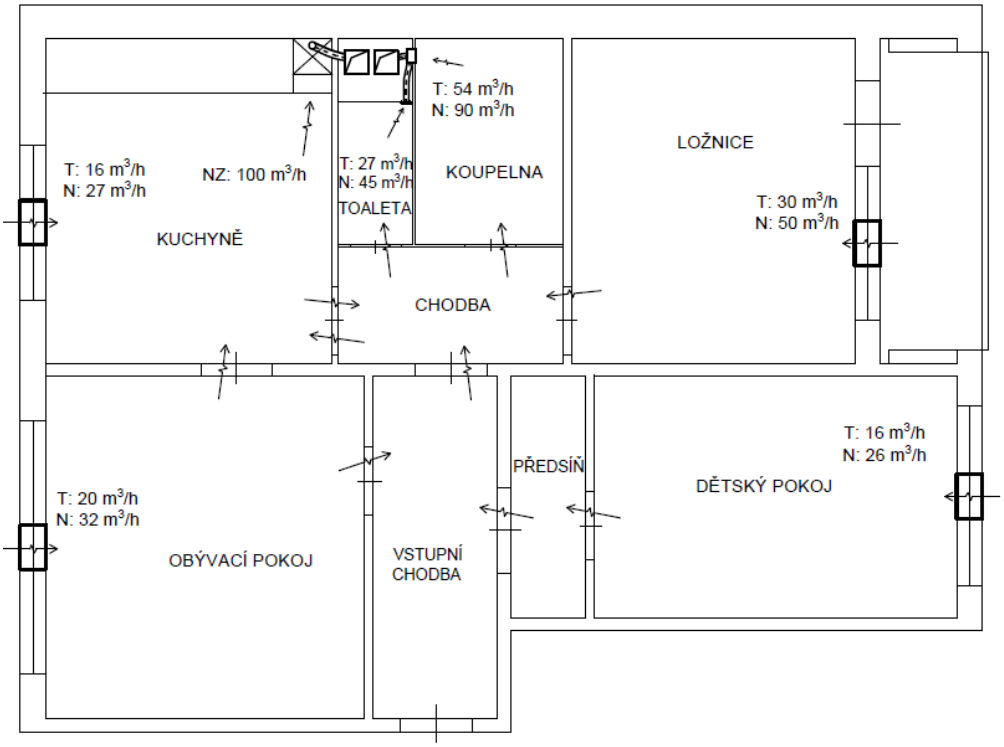
Obr. 26: Centrální podtlakové větrání, odsávací digestoř

Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; NZ – nárazové větrání, odsávací zákryt

- *Konkrétní návrh lokálního podtlakového větrání odsávací digestoří*

Do rodinného bytu byl navržen stejný systém větrání v lokálním provedení. Přívod čerstvého vzduchu je zajištěn přívodními otvory v obvodové stěně bytu. Centrální ventilátor je nahrazen lokálním radiálním ventilátorem, který je umístěn v hygienickém zázemí samostatně pro každý byt. Ventilátor je navržen pro 2 režimy. Na trvalé větrání, které musí byt zajištěno neustále a na nárazové větrání, které ovlivňují uživatelé bytu. Odvod vzduchu z vedlejší místnosti je umožněn pomocí hrdla. Z WC je vzduch odsáván pře talířový ventil a z koupelny přímo přes ventilátor. Odvod znehodnoceného vzduchu z kuchyně je řešen odsávacím zákrytem, který je napojen na

vlastní odvodní vzduchovod. Schéma lokálního podtlakového větrání je zobrazeno na Obr. 27.

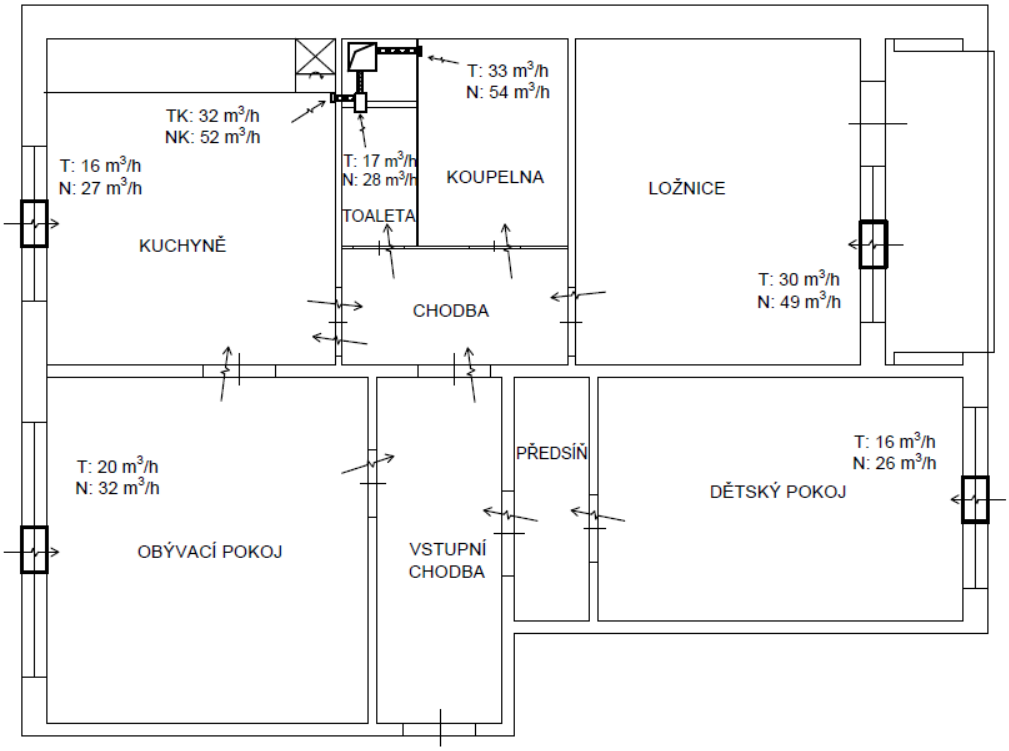


Obr. 27: Lokální podtlakové, odsávací digestoř

Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; NZ – nárazové větrání, odsávací zákryt

- *Konkrétní návrh lokálního podtlakového větrání s cirkulační digestoří*

Přívod vzduchu zajišťují přívodní otvory v obvodové stěně bytu. Lokální ventilátor je umístěn v každém hygienickém zázemí jednotlivých bytů. Dvou-otáčkový ventilátor je navržen pro provoz ve dvou režimech. Trvalý odvod z kuchyně musí být navýšen, protože je zde k dispozici pouze cirkulační digestoř. Tento zákryt žádný vzduch neodvádí. Schéma řešení větrání bytu je zobrazeno na Obr. 28.

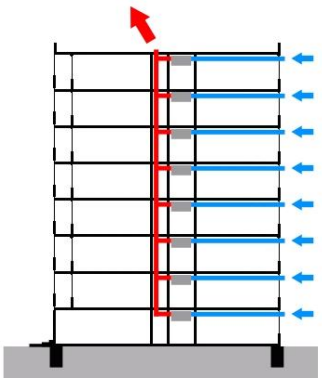


Obr. 28: Lokální podtlakové, cirkulační zákryt

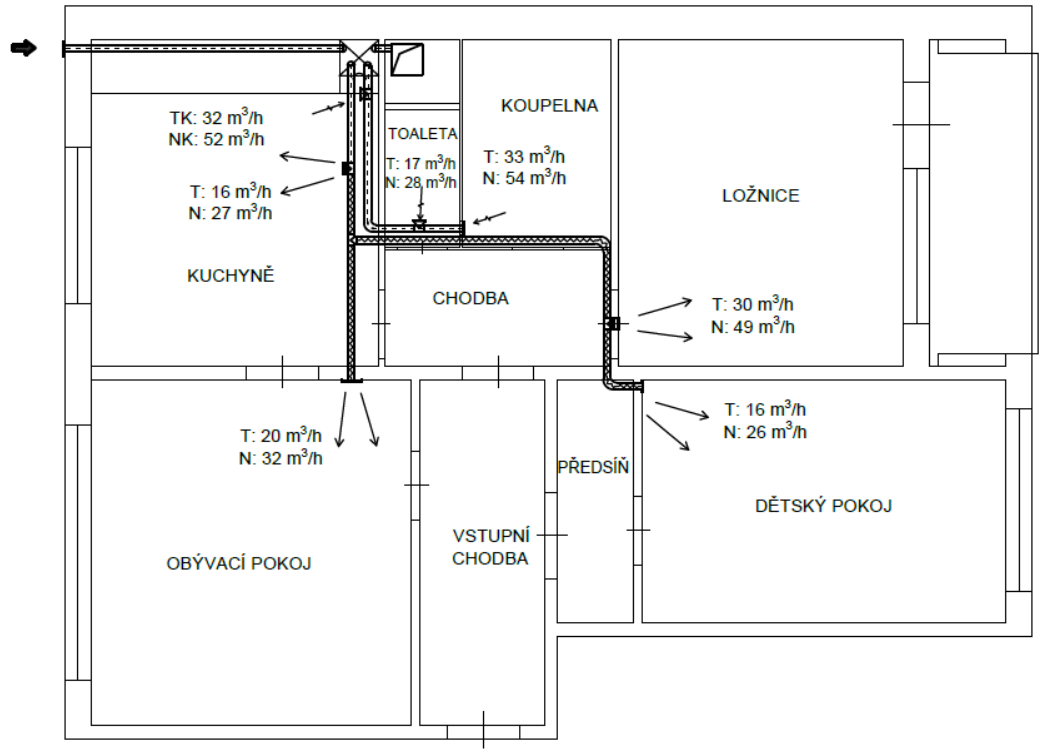
Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; TK – trvalý odvod, kuchyně (cirkulační zákryt); NK – nárazový odvod, kuchyně (cirkulační zákryt)

- *Návrh lokálního rovnotlakého větrání s cirkulační digestoří (stoupačka a fasáda)*

Jedná se o nejběžnější systém nuceného větrání, při kterém se využívá zpětné získávání tepla. Každý byt je vybaven individuální větrací jednotkou se zpětným získáváním tepla, která je v tomto návrhu umístěna nad kuchyňskou linkou. Sání čerstvého vzduchu je realizováno z fasády, poté se vzduch přivádí do větracích jednotek. Znehodnocený vzduch je odváděn společným potrubím nad střechu objektu. Z WC a koupelny odvod zajišťují talířové ventily. Trvalý odvod z kuchyně je navýšen, protože je zde umístěn cirkulační zákryt. Schéma znázorněno na Obr. 29 a 30.



Obr. 29: Princip rovnotlakého větrání (1 stoupačka a fasáda) [20]



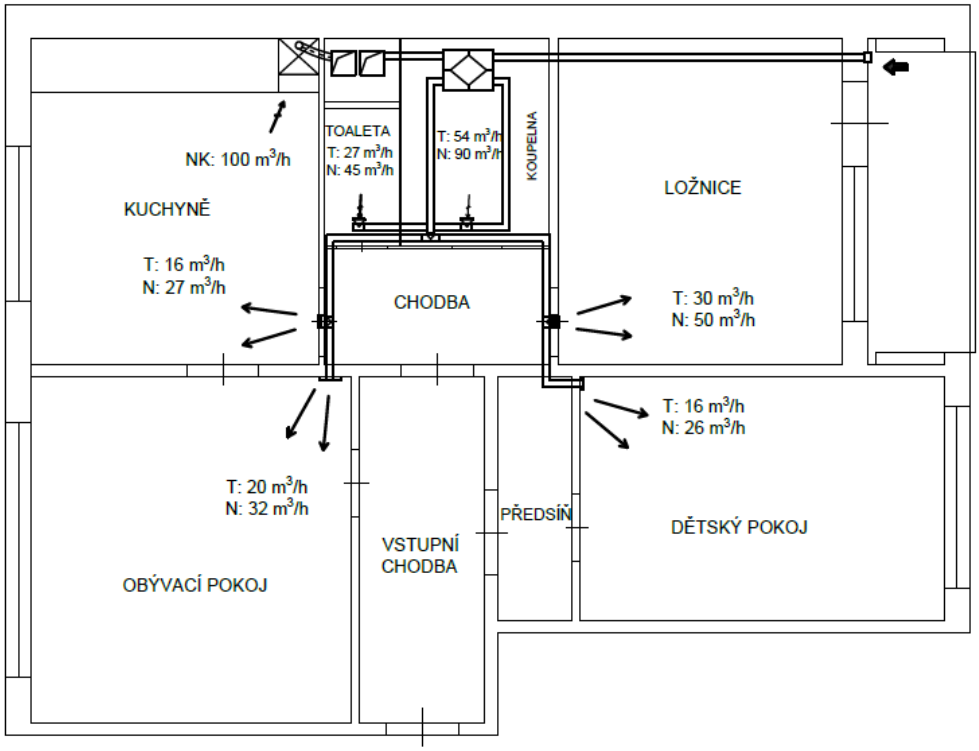
Obr. 30: Lokální rovnotlaké větrání, cirkulační zákryt

Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; TK – trvalý odvod, kuchyně (cirkulační zákryt); NK – nárazový odvod, kuchyně (cirkulační zákryt)

- *Lokální rovnotlaké větrání s odsávací digestoří 1*

Další varianta, která by se dala realizovat do vybraného bytu, je lokální rovnotlaké větrání s odsávací digestoří. Sání přívodního vzduchu je umožněno z fasády z lodžie a vzduch je přiváděn do individuální větrací jednotky se zpětným získáváním tepla, která je umístěna v jednotlivých bytech nad hygienickým zázemím. Při nárazovém větrání je z kuchyně znehodnocený vzduch odváděn pomocí odsávacího

zákrytu (samostatné stoupací potrubí). Odvod z WC a koupelny zajišťují talířové ventily, znehodnocený vzduch protéká přes ZZT do samostatného stoupacího potrubí. Nevýhodou je prostorová náročnost. Princip je znázorněn na Obr. 31.

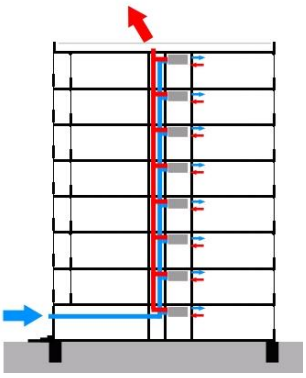


Obr. 31: Lokální rovnotlaké větrání 1, odsávací digestoř

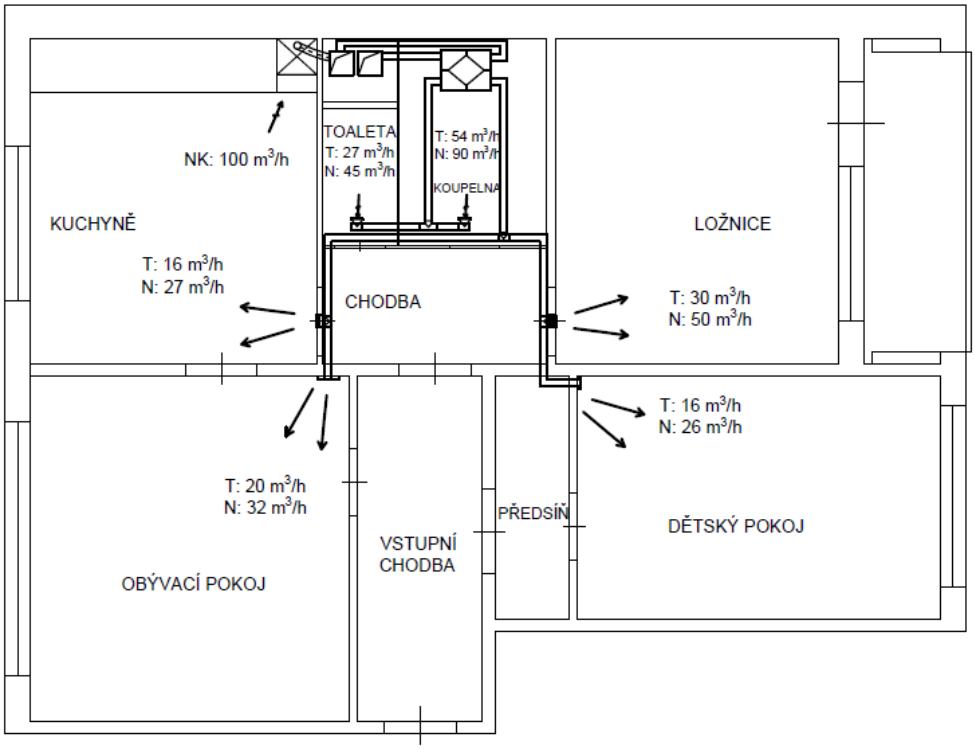
Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; NK – nárazové větrání, odsávací zákryt

- *Lokální rovnotlaké větrání s odsávací digestoří 2*

Podobná varianta, která by se dala realizovat do vybraného bytu, je návrh lokálního rovnotlakého větrání s odsávací digestoří s tím rozdílem, že sání přívodního vzduchu je umožněno z fasády společně pro všechny byty (samostatné stoupací potrubí) a je přiváděno do individuální větrací jednotky se zpětným získáváním tepla v jednotlivých bytech. Jednotka je umístěna nad hygienickým zázemím. Při nárazovém větrání je z kuchyně znehodnocený vzduch odváděn odsávacím zákrytem. Odvod zajišťují talířové ventily. Nevýhodou je prostorová náročnost. Princip je znázorněn na Obr. 32 a 33.



Obr. 32: Princip rovnotlakého větrání (2 stoupačky, fasáda) [20]

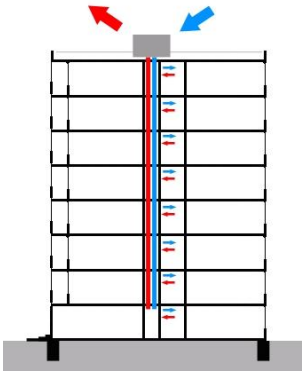


Obr. 33: Lokální rovnotlaké větrání 2, odsávací digestoř

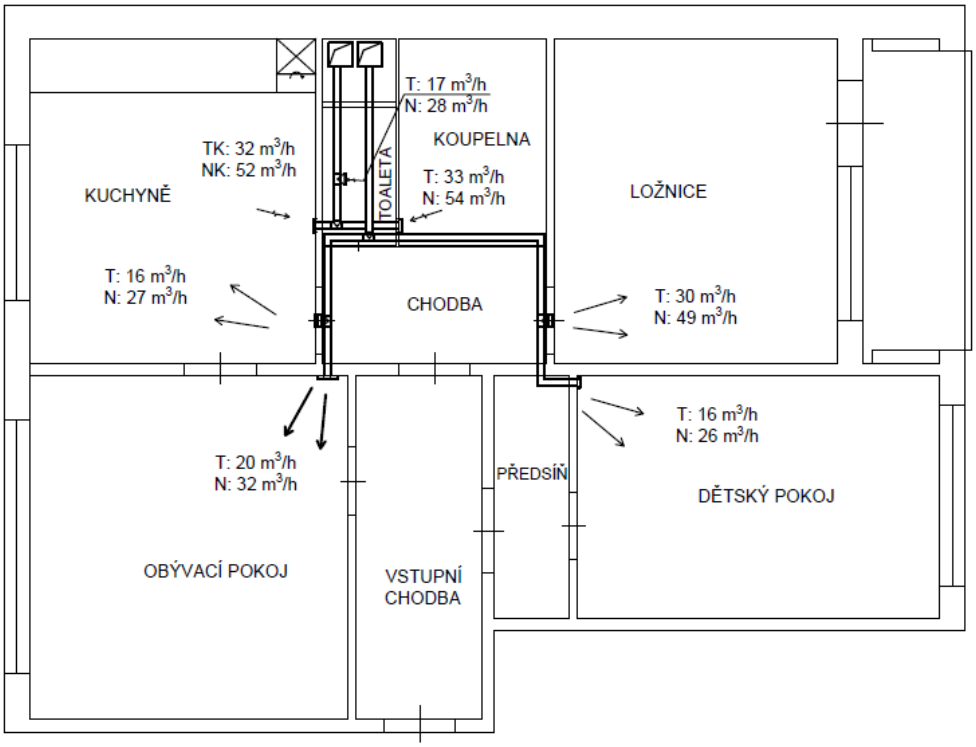
Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; NK – nárazové větrání, odsávací zákryt

- *Centrální rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem*

Poslední variantou návrhu je centrální rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem. Centrální větrací jednotka, vybavena zpětným získáváním tepla, je umístěna na střeše objektu. Jednotka vyrovnává tlakové poměry mezi přiváděným a odváděným vzduchem ve vzduchovodu. Trvalý odvod z kuchyně je navýšen, protože je zde cirkulační zákryt. Schéma této varianty je zobrazeno Obr. 34 a 35.



Obr. 34: Princip rovnotlakého větrání s cirkulačním zákrytem [20]



Obr. 35: Centrální rovnotlaké větrání, cirkulační zákryt

Legenda: T – trvalé větrání; N - nárazové větrání; TK – trvalý odvod, kuchyně (cirkulační zákryt); NK – nárazový odvod, kuchyně (cirkulační zákryt)

6 ZÁVĚR

V současné moderní době se zvyšují nároky na kvalitu vnitřního prostředí a zjišťuje se, že většina větracích systémů v bytových domech z různých hledisek tomu neodpovídá. Je nutná regenerace bytových jader. Komplikace, která se musí vyřešit, je nemožnost měnit dispozice bytového jádra, jakkoli jej zvětšovat, popř. vyměnit celý systém vzduchotechniky. Jedná se především o finanční náročnost a malý dispoziční prostor. Celá rekonstrukce navíc probíhá v soukromí uživatelů.

Pro kvalitní větrání bytu je potřeba zajistit dostatečný přívod čerstvého vzduchu a odvést vzduch znehodnocený. V této práci byl navržen vhodný způsob větrání v několika variantách tak, aby byly splněny požadavky dle normy ČSN EN 15665/Z1. Byly vypočítány průtoky přiváděného vzduchu do obytných prostor a v návaznosti průtoky vzduchu nutné k odvedení z hygienického zázemí a z kuchyně. Byly zohledněny varianty s odsávacím a cirkulačním zákrytem v kuchyni. Také byly vypočítány rychlosti proudění vzduchu potrubí pro různé typy bytových jader s ohledem na počet podlaží.

Cílem této práce bylo také zhodnotit současné větrací systémy a vytvořit návrh větrání typického bytu s ohledem na dispoziční uspořádání. Z práce je patrné, že rekonstrukce větracích systémů bytových domů není jednoduchou záležitostí. Jelikož nelze měnit dispozice bytových jader, je složité navrhnout funkční větrací systém, aniž by nebylo zasaženo do obálky a konstrukce objektu z hlediska regenerace. Přikláním se k názoru, že budoucnost větracích systémů v bytových domech bude směřovat k systémům s možností zpětného získávání tepla, aby se snížily náklady na ohřev přiváděného větracího vzduchu. Bohužel ne vždy je možné tento systém aplikovat do všech panelových soustav postavených v minulém století.

SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH PRAMENŮ

[1] *Historický vývoj výstavby panelových domů* [online]. Panelové domy. 20. 01. 2010. [Citace: 30. 05. 2018]. Dostupné z: http://panelovedomy.ekowatt.cz/stavebni-opatreni/57-historicky-vyvoj-vystavby-panelovych-domu.html

[2] STÚ-E, a.s. *Tepelná fyzika, energetika a požární bezpečnost panelových domů*. 1997

[3] *Problematika kvality vnitřního prostředí v panelových domech* [online]. Panelové domy. 14. 1. 2010. [Citace: 30. 05. 2018]. Dostupné z: http://panelovedomy.ekowatt.cz/vetrani/18-problematika-kvality-vnitrniho-prostredi-v-panelovych-domech.html

[4] ZMRHAL, V. *Větrání rodinných a bytových domů*. Praha: Grada, 2014. Profi & hobby. ISN 978-80-247-4573-2.

[5] *Vlastnosti bytových jader z pohledu větrání* [online]. Panelové domy. 15. 01. 2010. [Citace: 30. 05.2018]. Dostupné z: http://panelovedomy.ekowatt.cz/vetrani/24-vlastnosti-bytovych-jader-z-pohledu-vetrani.html

[6] CIFRINEC, I. *Větrání bytových domů – Základy teorie větrání* [online].TZB – info. 26. 05. 2010. [Citace: 30. 05. 2018]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani

[7] *Rekonstrukce větracích systémů bytových domů* [online]. TZB – info. 14. 10. 2009. [Citace: 01. 06. 2018]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/5969-rekonstrukce-vetracich-systemu-bytovych.domu

[8] CIFRINEC, I. *Rekonstrukce větrání bytových domů s použitím centrálního inteligentního systému řízeného skutečnou spotřebou (Demand Controlled Ventilation System)*. Elektrodesing ventilátory, spol. s.r.o. (interní dokumentace), 2009.

[9] ZMRHAL, V., ŠTÁVOVÁ, P. Nové požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy k ČSN EN 15665. *Vytápění, větrání, instalace 4/2011*. 2011. č. 4, s. 184 – 186.

[10] ZMRHAL, V., PETLACH, J. *Systémy větrání obytných budov* [online]. TZB – info. 17. 10. 2011. [Citace: 01. 06. 2018]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov

[11] ZMRHAL, V. *Požadavky na větrání obytných budov dle CŠN EN 15 665/Z1* [online]. TZB – info. 30. 01. 2012. [Citace: 02. 06. 2018]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/8239-pozadavky-na-vetrani-obytnych-budov-dle-csn-en-15-665-z1

[12] ZMRHAL, V., DRKAL, F., MATHAUSEROVÁ, Z., ŠTÁVOVÁ, P., *Zpracování národní přílohy k ČSN EN 15665 – rozbor požadavků na větrání v obytných budovách*. Zpráva k rozborovému úkolu č. 12/0010/10. Praha. 2010.

[13] ČSN EN 15665/Z1 *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.* Praha: ÚNMZ, 2011.

[14] ZMRHAL, V., DUŠKA, M. Potřeba energie pro větrání obytných budov. *OS 01 Klimatizace a větrání, STP 2012*, s. 69 – 79.

[15] BRADÁČOVÁ, I. *Požární bezpečnost panelových domů* [online]. TZB – info. 29. 05. 2006. [Citace: 01. 06. 2018]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/3321-pozarni-bezpecnost-panelovych-bytovych-domu

[16] KUPLÍK, V. *Stavební konstrukce z požárního hlediska*. Praha: Grada, 2006. Stavitel. ISBN 80-247-1329-2.

[17] POKRNÝ, M. *Instalační šachty z požárního hlediska*. Disertační práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze – Fakulta stavební.

[18] POKORNÝ, M. *Šíření požáru instalačními šachtami – část 1*. [online]. iMateriály. 23. 11. 2010. [Citace: 02. 06. 2018]. Dostupné z: https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/tzb/sireni-pozaru-instalacnimi-sachtami-cast-1-_102228.html

[19] *Konstrukční soustava OP 1.11* [online]. Panelaky.Info. 19. 02. 2016. [Citace: 02. 06. 2018]. Dostupné z: http://panelaky.info/op1-11/

[20] *Větrání panelových domů* [online]. Panelové domy. 21. 01. 2010. [Citace 02. 06. 2018]. Dostupné z: http://panelovedomy.ekowatt.cz/katalogy/27-usporna-opatreni/65-vetrani.html

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Bytové jádro B2 ... 11
Obr. 2: Bytová jádra B3 a B4 ... 12
Obr. 3: Bytová jádra B6 a B7 - umístění kuchyně vlevo ... 13
Obr. 4: Bytová jádra B6 a B7 - bez kuchyně ... 13
Obr. 5: Bytová jádra B9 a B10 ... 14
Obr. 6: Přirozené větrání s infiltrací [7] ... 17
Obr. 7: Aerace [7] ... 18
Obr. 8: Šachtové větrání [7] ... 18
Obr. 9: Šachtové větrání s větracími hlavicemi [7] ... 19
Obr. 10: Šachtové větrání s rotačními hlavicemi [8] ... 20
Obr. 11: Decentrální větrání [7] ... 21
Obr. 12: Centrální větrání řízené skutečnou potřebou [7] ... 22
Obr. 13: Centrální podtlakové větrání [10] ... 24
Obr. 14: Lokální podtlakové větrání [10] ... 25
Obr. 15: Centrální rovnotlaké větrání [10] ... 26
Obr. 16: Lokální rovnotlaké větrání [10] ... 27
Obr. 17: Schéma - podtlakové větrání s odsávací digestoří ... 28
Obr. 18: Schéma - podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem ... 28
Obr. 19: Schéma - rovnotlaké větrání s odsávacím zákrytem, sání z fasády ... 29
Obr. 20: Schéma - rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem, sání z fasády ... 29
Obr. 21: Schéma - rovnotlaké větrání s cirkulačním zákrytem ... 30
Obr. 22: Schéma bytu ... 34
Obr. 23: Průběžná šachta [18] ... 46
Obr. 24: Horizontálně členěná šachta [18] ... 47
Obr. 25: Kombinovaná šachta [18] ... 48
Obr. 26: Centrální podtlakové větrání, odsávací digestoř ... 50
Obr. 27: Lokální podtlakové, odsávací digestoř ... 51
Obr. 28: Lokální podtlakové, cirkulační zákryt ... 52
Obr. 29: Princip rovnotlakého větrání (1 stoupačka a fasáda) [20] ... 53
Obr. 30: Lokální rovnotlaké větrání, cirkulační zákryt ... 53
Obr. 31: Lokální rovnotlaké větrání 1, odsávací digestoř ... 54
Obr. 32: Princip rovnotlakého větrání (2 stoupačky, fasáda) [20] ... 55

Obr. 33: Lokální rovnotlaké větrání 2, odsávací digestoř 55
Obr. 34: Princip rovnotlakého větrání s cirkulačním zákrytem [20] 56
Obr. 35: Centrální rovnotlaké větrání, cirkulační zákryt 56

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Způsoby větrání vhodné pro různá bytová jádra vzhledem k počtu stoupacích potrubí [5] 16
Tab. 2: Typy bytových jader včetně počtu stoupacích potrubí a dosavadní varianty větrání 16
Tab. 3: Přiřazení variant větrání k jednotlivým bytovým jádrům (1. část) 31
Tab. 3: Přiřazení variant větrání k jednotlivým bytovým jádrům (2. část) 32
Tab. 4: Požadavky na větrání obytných budov [11] 33
Tab. 5: Trvalé podtlakové větrání s odsávacím zákrytem 35
Tab. 6: Podtlakové větrání - nárazové 36
Tab. 7: Trvalé podtlakové větrání s cirkulačním zákrytem 37
Tab. 8: Nárazové větrání 38
Tab. 9: Rovnotlaké větrání - trvalé, v nepřítomnosti osob 39
Tab. 10: Trvalé větrání - během přítomnosti osob 39
Tab. 11: Nárazové větrání 40
Tab. 12: Nucené rovnotlaké větrání – trvalé, v nepřítomnosti osob 41
Tab. 13: Nucené rovnotlaké větrání - během přítomnosti osob 42
Tab. 14: Nárazové větrání - 3. otáčky 43