

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
PROBLEMATIKA ŘEŠENÍ
VZDUCHOTECHNIKY**

Jaroslav Hatoň

2016

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Neumann

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 22. 5. 2016

.....

Jaroslav Hatoň

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Pavlu Neumannovi za cenné rady a ochotu při vedení bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomášovi Košťákovi z firmy JR TECH a. s. za odborné konzultace.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hatoň

Jméno: Jaroslav

Osobní číslo: 396482

Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb

Studijní program: SI - stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb - obor L

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Problematika řešení vzduchotechniky

Název bakalářské práce anglicky: Air conditioning solution problematics

Pokyny pro vypracování:

1. Historie a úvod do problematiky vzduchotechniky
2. Předrealizační příprava - kontrola dokumentace
 - oprava, změna
 - výpis materiálu
3. Montáž - svislé potrubí
 - vodorovné potrubí
 - spoje potrubí, uchycení potrubí
 - koncové prvky
3. Příklady a hodnocení realizací z praxe

Seznam doporučené literatury:

František Drkal, Vladimír Zmrhal. Větrání. 2013, nakladatelství ČVUT


František Drkal, Miloš Lain, Vladimír Zmrhal. Klimatizace. 2015, nakladatelství ČVUT


Václav Bystřický, Antonín Pokorný. Technická zařízení budov - B. 2006, nakladatelství ČVUT

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavel Neumann

Datum zadání bakalářské práce: 17.3.2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 22.5.2016


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

17.3.2016

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Anotace

Název práce: Problematika řešení vzduchotechniky

Bakalářská práce se zabývá popisem montážních postupů jednotlivých vzduchotechnických prvků se zaměřením zejména na systém nuceného větrání. Autor popisuje především realizaci vzduchotechnického potrubí z hlediska použitého materiálu, kotvení, spojování a požární ochrany. Následně jsou dané zásady pro realizaci aplikovány na jednotlivých příkladech, jsou zhodnoceny a uvedeny možnosti jejich efektivnějšího použití.

Klíčová slova:

Vzduchotechnika

Vzduchovody

Realizace

Nucené větrání

Požární ochrana

Annotation

Work title: Air conditioning solution problematics

The key focus of the final undergraduate thesis lies in the description of the approaches towards the installation of particular ventilation elements with focus on the forced ventilation system. The author particularly describes the implementation of ventilation pipes from used materials, anchoring, connectivity and fire prevention standpoints. The findings are consequently being applied on particular examples and evaluated. The possibilities of a more effective solutions are listed in the end.

Keywords:

Ventilation

Air transition

Implementation

Forced ventilation

Fire prevention

Obsah

Úvod	9
1 Úvod do vzduchotechniky	11
1.1 Historie.....	11
1.2 Systémy větrání	15
1.2.1 Nucené podtlakové větrání.....	15
1.2.2 Centrální podtlakové systémy	16
1.2.3 Lokální podtlakové systémy	16
1.2.4 Nucené rovnotlaké větrání	17
1.2.5 Centrální systémy.....	18
1.2.6 Lokální systémy.....	19
1.2.7 Teplovzdušné vytápění	19
1.2.8 Hybridní větrání	20
2 Předrealizační příprava.....	21
3 Montáž.....	25
3.1 Vzduchovody	25
3.2 Spojování potrubí.....	27
3.2.1 Kruhové potrubí.....	27
3.2.2 Čtyřhranné potrubí	29
3.3 Kotvení a uchycení vzduchotechnického potrubí	32
3.3.1 Objímky	33
3.3.2 Závěs potrubí V	33
3.3.3 Závěs potrubí Z	34
3.3.4 Závěs potrubí L	34
3.3.5 Montážní profil.....	35
3.4 Izolace	37
3.4.1 Tepelná izolace	38

3.4.2	Akustická izolace.....	39
3.4.3	Požární izolace.....	40
3.5	Požární ochrana v rámci vzduchotechniky.....	41
3.5.1	Požární ucpávka.....	41
3.5.2	Požární klapka	42
3.6	Koncové prvky	43
3.6.1	Talířový ventil	44
3.6.2	Anemostat	44
4	Příklady realizací z praxe.....	45
4.1	Požární klapka	45
4.2	Montážní profil	46
4.3	Izolace	47
	Závěr.....	49
	Seznam citované literatury.....	51
	Seznam použité literatury	52

Úvod

Ve své bakalářské práci se zabývám problematikou řešení vzduchotechniky. Minulý rok jsem absolvoval odbornou praxi u firmy JR Tech a. s., kde jsem poté pokračoval další půl rok v pracovním poměru. Během této doby jsem se seznámil s danou problematikou. Byl jsem přítomen u realizací téměř všech prvků jak horizontálního, tak vertikálního rozvodu vzduchotechniky a podpůrných činností s tím spojených.

Po dobu bakalářského studia programu Příprava, realizace a provoz staveb se žádný předmět nevěnuje realizaci vzduchotechniky, pouze okrajově je vyučován návrh vzduchotechniky objektu. Mým cílem bylo formulovat provádění vzduchotechniky jak ve fázi předrealizační přípravy, tak i samotné montáže. Dále jsem chtěl popsat technicky správné zásady montáže. Montáž vzduchotechniky skýtá variabilitu provedení, avšak v praxi nejsou zásady realizace pro jednotlivé způsoby dodržovány, což vede mnohdy k nefunkčnosti daného prvku, nebo dokonce celého systému větrání.

V dnešní době, kdy se staví čím dál více energeticky pasivních budov, se snižuje využití tepelné energie pro vytápění objektu. V tomto směru pomáhá vzduchotechnika, pomocí které můžeme upravovat vlhkost a teplotu vzduchu v klimatizované místnosti. V souvislosti s úsporou energie se v rámci vzduchotechniky používá systém zpětného získávání tepla tzv. rekuperace, která využívá tepelnou energii obsaženou v odváděném vzduchu.

První část bakalářské práce seznamuje čtenáře s historií větrání a klimatizace a jejím vývojem, popisuje možné způsoby větrání obytných budov. Dále se tato část bakalářské práce zabývá výhodností využití daného systému v závislosti na specifických podmínkách a požadavcích pro daný větraný prostor.

Druhá část je zaměřena na činnosti prováděné během předrealizační přípravy. Jedná se především o předání dokumentace k zahájení stavby, nalezení kolizních míst a jejich opravy.

Třetí část obsahuje zásady správné montáže jednotlivých součástí vzduchotechnického rozvodu a uvádí možnosti montáže pro danou realizační činnost (např. kotvení, spojování apod.).

Ve čtvrté části jsou uvedeny příklady reálných provedení vzduchotechniky v praxi, které jsou hodnoceny na základě zásad popsaných v části o montáži.

1 Úvod do vzduchotechniky

První část této kapitoly pojednává o historii vzduchotechniky, jejím vývoji od starověku až do dnešní doby. Druhá část se poté věnuje větracím systémům obytných budov a jejich charakteristice.

1.1 Historie

„Úprava prostředí pro vytvoření tepelného komfortu a čistého ovzduší v lidských obydlích je úzce spojen s vývojem civilizace. Již první užití ohně k přípravě potravy vedlo k zlepšení prostředí našich předků a přispělo k formování prvních lidských společenství. Počáteční jednoduchá zařízení byla založena výhradně na přirozených principech proudění a přenosu tepla - a to až do doby objevu a uplatnění pracovních strojů (parního stroje, později elektrického motoru). Ventilátory, ve své principiální podobě známé z 16. století, zdokonalené na počátku 18. století, byly poháněny ručně, případně vodními i větrnými lopatkovými koly. Složitější zařízení v novodobém období (od počátku 19. století) využívala již k dopravě médií (vody, vzduchu) i mechanické energie.

Nepochybně nejstarším principem úpravy prostředí byl ohřev, nejprve s přímým účinkem sálání od ohňů, později, po umístění otevřených ohnišť do prvních vnitřních obytných prostorů (jeskyň, chýší, stanů), dochází i k využití konvekčního tepla k zvýšení teploty vnitřního vzduchu i teploty okolních stěn. Pokročilým systémem známým ze starověku je římské hypocaustum (podlahové vytápění lázní spalinami z odděleného topeniště - cca r. 90 př.n.l.); obdobné systémy lze nalézt i v Číně a Koreji i v některých objektech středověké Evropy. Historie evropského vytápění popisuje vývoj krbů (od 11. století) a od 16. století i pokojových kamen. Počátky ústředního parního vytápění se datují kolem roku 1770, první teplovodní vytápění s přirozeným oběhem od roku 1777, horkovodní vytápění od r. 1831.

Spalování paliv pro vytápění vedlo k přívodu venkovního vzduchu do topenišť, převážně přes prostory, v nichž pobývali lidé. To představuje počátky větrání, kdy spalovací vzduch odváděl i příměsi znehodnocující ovzduší v obydlích. Jiné aplikace větrání (přirozeného) jsou známy ze staveb egyptských, řeckých i římských. Ve středověku se používalo přirozené větrání různě zřizovanými otvory a šachtami v obytných místnostech, chrámových

i klášterních stavbách. Významné je i uplatnění důlního větrání ve středověkých dolech.

Vývoj poznatků o hygieně člověka vedl k postupnému definování hygienických požadavků na kvalitu tepelného a vlhkostního mikroklimatu i čistoty ovzduší a na související problematiku větrání. Nucené (mechanické) větrání se uplatnilo nejprve v dolech, později byly nuceně větrány budovy nemocnic, divadel i průmyslových dílen. I když o škodlivinách, vznikajících při různé pracovní činnosti, psal již v roce 1700 italský lékař B. Ramazzini (1633-1714), teprve v roce 1859 byl vydán v Rakousku-Uhersku živnostenský zákon, který kromě jiného kladl majitelům živností za povinnost zajistit větrání a čistotu pracoven. Dávka venkovního vzduchu v místnostech, kde pobývají lidé, byla stanovena Maxem von Pettenkoferem v roce 1877 z podmínky, aby koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním vzduchu nepřekročila 0,1 obj. % (Pettenkoferovo číslo); odpovídající dávka vzduchu pro běžnou činnost činí 30 m³/h osobu. První českou práci z oboru větrání publikoval Jan Ev. rytíř Purkyně (vrchní inženýr odboru pro ústřední topení a větrání při První českomoravské továrně na stroje v Praze) "Topení a větrání obydlí lidských (1890)". V roce 1904 publikoval ve Vídni lékař Josef Rambousek, od roku 1907 soukromý docent na německé vysoké škole technické v Praze - pravděpodobně první spis, pojednávající o znečištění ovzduší a větrání v průmyslu.

Počátky klimatizace, založené na přirozených principech proudění, přenosu tepla i vlhkosti, nalezneme již v minulosti. Jak uvádí Carrier, v některých oblastech Indie, za horkého období, bylo využito intenzivního stabilního proudění větru k úpravě teploty a vlhkosti v palácových stavbách. Přes otvory na návětrné straně budov byly zavěšovány vlhčené rohože z trávy k adiabatickému chlazení (vypařováním) přiváděného vzduchu až na teploty 20 - 30 °C. Rohože byly vlhčeny ručně, nebo z perforovaných žlabů, zásobovaných gravitačně vodou z rezervoáru. Prvky úpravy vzduchu, o kterých lze říci, že později formovaly "klimatizaci", byly uplatněny v Anglii v druhé polovině 19. století v několika budovách (parlament v Londýně, koncertní hala v Liverpoolu) - nucený přívod i odvod venkovního a oběhového vzduchu ventilátory, ohřev vzduchu parními ohříváči, vlhčení a chlazení

vzduchu sprchováním vodou, vlhčení přidáváním páry i chlazení užitím přírodního ledu.

Počátky novodobé klimatizační techniky souvisejí s vývojem důležitých technických prvků uplatňovaných v klimatizaci (elektrické motory pro pohon ventilátorů, čerpadla, zdokonalení ventilátorů, kotlů na přípravu teplé vody a páry, uplatnění chladicích zařízení).

Historicky první záznamy o komfortní klimatizaci (s využitím větrání a chlazení vzduchu) jsou od amerického lékaře a technika Dr. Johna Gorrie (1802-1855), jehož návrhy na úpravu vzduchu vycházely z lékařských zkušeností s malárií, která se v té době široce vyskytovala na Floridě. V roce 1844 navrhuje, aby "domy v teplých krajinách byly stavěny s tepelnou izolací a aby byly vydávány prostředky na snížení teploty a zmenšení vlhkosti vzduchu". V roce 1844 navrhl, postavil a provozoval zařízení pro komfortní chlazení s větráním v prvním klimatizovaném nemocničním oddělení.

V USA byl poprvé použit pojem "air conditioning" v textilním průmyslu. Podle něj navrhl v roce 1907 S. W. Cramer v příspěvku o úpravě vlhkosti v textilních továrnách pro National Cotton Manufacturers Association; do té doby se pro úpravu vlhkosti v textilkách používalo označení "conditioning".

K podstatnému pokroku v klimatizační technice přispěly vědecké práce z oblasti termodynamiky vlhkého vzduchu (vytvoření h-x diagramu a tabulek vlhkého vzduchu). V USA to byly práce Dr. W. H. Carriera, kterého v roce 1911 vyzvala společnost American Society of Mechanical Engineers (A.S.M.E.), aby připravil text "Rational Psychrometric Formulae - Their Relation to the Problems of Meteorology and of Air Conditioning", vycházející z jeho předchozí několikaleté práce z oboru psychrometrie (psychrometrics - nauka o teplotě a vlhkosti vzduchu). V práci byly publikovány vztahy mezi veličinami určujícími stav vlhkého vzduchu společně s psychrometrickým diagramem. Určité nepřesnosti dat v citované práci (neovlivňující inženýrské výpočty) byly odstraněny v roce 1936. Jednu z prvních souborných publikací o klimatizační technice představuje kniha autorů Carrier, Cherne, Grant. Termodynamické vlastnosti vlhkého vzduchu znovu podrobně zpracovali v USA autoři Goff and Gratch v letech 1943 až 1949 a Hyland a Wexler (1983). Poslední podrobnou prací vydanou ASHRAE z oboru psychrometrie je Diagram vlhkého

vzduchu, v americké literatuře se označuje jako psychrometrický diagram (psychrometric chart); původně byl konstruován v souřadnicích t (teplota vzduchu) a t_m (teplota mokrého teploměru), v současnosti jsou to souřadnice $h-x$.

K roku 1911 (vydání citované práce Dr. Carrier) se v USA váže i uznání klimatizace jako samostatného inženýrského oboru. V té době ovšem již existovala (od roku 1895) American Society of Heating and Ventilating Engineers a od r. 1904 American Society of Refrigerating Engineers. Společnost ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) vznikla spojením obou uvedených organizací až v období po roce 1945.

V Evropě (r. 1923 a 1929) publikoval diagram vyjadřující vztah entalpie a měrné vlhkosti vzduchu ($h-x$ diagram podle Molliera) R. Mollier. Rozdílnosti diagramů vyjadřujících vlastnosti vlhkého vzduchu podle Molliera a psychrometrického diagramu ASHRAE (USA) jsou známé - jde pouze o otočení souřadných os.

V Československu se v třicátých létech minulého století poměrně příznivě rozvíjel průmysl z oboru větrání a vytápění, který vycházel z tradiční domácí strojírenské výroby. Ve vzduchotechnice byla jednou z prvních firem oboru firma Janka v Radotíně, založená v roce 1872 Janem Jankou, vyučeným ve Vídni. Dalším výrobcem z oboru vzduchotechniky byla (od roku 1913) firma Podhajský v Hostivaři. Výrobou a dodávkami vytápěcí a větrací techniky se zabývala První Českomoravská továrna na stroje v Praze, ve které působili mnozí reprezentanti oboru (Jan Ev. rytíř Purkyně, profesor Hýbl, profesor Srbek). První rozsáhlejší klimatizační zařízení v Praze pro budovu Elektrických podniků u Hlávkova mostu a budovu Penzijního ústavu na Žižkově řešila koncepčně zahraniční firma Carrier. Škodovy závody Plzeň převzaly plnou záruku za dodávku za podmínek, že nebude více než 10 % dodávky zakoupeno v cizině. Kromě Škodových závodů se na realizaci podílely Janka Radotín, Pragoferra Strašnice, Ing. Podhajský Hostivař; vzduchotechnické elementy (podle F. Mácy) byly podrobovány zkouškám na ČVUT v Praze. Úspěch těchto zařízení podnítil další uplatňování

klimatizace u nás, i když výuka klimatizace na pražské technice se rozvinula až po roce 1945.“ (Drkal, 2005)

1.2 Systémy větrání

„Pro větrání obytných budov se doporučuje použít jeden z následujících systémů větrání:

- 1) nucené podtlakové větrání,
- 2) nucené rovnotlaké větrání,
- 3) hybridní větrání.

Z hlediska příslušnosti větracího zařízení k jednotlivým bytovým jednotkám rozlišujeme systémy:

- 1) centrální,
- 2) lokální.

1.2.1 Nucené podtlakové větrání

V obytných budovách je podtlakové větrání realizováno nuceným odvodem vzduchu z místností se zdrojem škodlivin nebo vlhkosti (hygienické zázemí, kuchyně) a přísáváním vzduchu z venkovního prostředí.

Přívod venkovního vzduchu u podtlakového větrání je nutné (při současných požadavcích na průvzdušnost okenních spár) zajistit přívodními větracími otvory integrovanými do výplní stavebních otvorů (oken) nebo zabudovanými v obvodových stěnách. Přívodní otvory se zpravidla umísťují pod okna za/nad otopná tělesa, případně pod strop nad okna. Do každé obytné místnosti lze vzduch přivádět přes větrací otvor, který může být osazen i kvalitním filtrem, případně tlumičem hluku. Větrací otvory mohou být různého tvaru, např. kruhové, obdélníkové nebo úzké štěrbinové, a lze je opatřit regulací průtoku vzduchu. Ohřev venkovního vzduchu při podtlakovém větrání zajišťuje otopná soustava.

Výhodou podtlakového větrání je jednoduchost zařízení a relativně nízké pořizovací náklady (v porovnání s nuceným rovnotlakým větráním). Nevýhodou je zejména absence zařízení pro zpětné získávání tepla a s tím spojené vyšší provozní náklady na ohřev větracího vzduchu.

1.2.2 Centrální podtlakové systémy

Pro dopravu odváděného vzduchu slouží centrální ventilátor napojený na příslušné stoupací potrubí, který je umístěn zpravidla v nejvyšším místě budovy – v podkroví nebo na střeše. Ventilátor hradí tlakové ztráty vzduchovodu a systému distribuce vzduchu včetně tlumičů hluku a přívodních a odvodních prvků. Výhodou je poměrně vysoká účinnost centrálních ventilátorů (v porovnání s ventilátory decentralizovaného větrání). Jelikož je ventilátor zdrojem hluku, je nutné při návrhu centrálního podtlakového větrání přijmout příslušná protihluková opatření. Zejména je nutné zabránit šíření hluku směrem do stoupacího potrubí tak, aby nedocházelo k obtěžování obyvatel bytových jednotek. Rovněž je nutné posoudit šíření hluku do venkovního prostředí. Mezi výhody centrálního podtlakového větrání patří skutečnost, že nedochází k nežádoucímu přenosu pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami.

V současnosti jsou na trhu centrální podtlakové systémy, které umožňují trvalé větrání řízené podle potřeby (DCV - Demand control ventilation). Ventilátory mají možnost regulace otáček (EC motory) a měnit tak vzduchový výkon na základě aktuálních požadavků (potřeby). Systém je vybaven čidly CO₂ popř. vlhkosti v každém bytě. Na základě odezvy čidla dochází k automatickému otevírání a zavírání (samočinně, nebo elektricky) odvodního prvku, čímž dochází ke změně statického tlaku v odvodním potrubí. Ventilátor, vybavený snímačem tlakové difference, reaguje na změny tlaku změnou otáček a udržuje ve stoupacím potrubí konstantní tlak.

1.2.3 Lokální podtlakové systémy

Pro větrání slouží lokální radiální ventilátory napojené na stoupací potrubí, kterým je vzduch vyfukován zpravidla nad střechu. Odvodní ventilátor je umístěn, buď přímo v dané místnosti odkud je vzduch odsáván (WC, koupelna), nebo může být opatřen dvěma až třemi hrdly pro společný odvod vzduchu z několika místností jednoho bytu současně. V takovém případě je možné ventilátor umístit do podhledu, nebo přímo do svislé stoupací šachty. Nevýhodou malých radiálních ventilátorů je především jejich nízká účinnost a hlučnost, která je emitována přímo do obytného prostoru. Z tohoto důvodu

je nutné pro trvalé větrání volit ventilátory s nízkou hladinou akustického výkonu, pracující s relativně nízkým dopravním tlakem.

Lokální podtlakové větrání je většinou použito i pro nárazové větrání kuchyní. V takovém případě je nutné zajistit, aby nedocházelo k přenosu pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami. Odsávací zákryty většinou obsahují kromě ventilátoru a příslušného filtru zpětnou klapku. Tato klapka by měla být těsná a po určité době provozu zařízení by měla být vyčištěna. Bohužel většina výrobců odsávacích zákrytů neumožňuje snadný přístup ke zpětné klapce, která se po určité době provozu může stát nefunkční.

Použití cirkulačních odsávacích zákrytů v kuchyních, kde není instalován nucený odvod vzduchu, se nedoporučuje. Typickým příkladem použití jsou pasivní obytné domy, u kterých jsou kladeny vysoké nároky na neprůvzdušnost obálky budovy a použití podtlakového větrání je nevhodné. Větrání kuchyně je řešeno trvale jako rovnotlaké s nuceným přívodem a odvodem vzduchu v kombinaci s cirkulačním odsávacím zákrytem pro nárazové větrání v době užívání kuchyně.

1.2.4 Nucené rovnotlaké větrání

Nucené rovnotlaké větrání představuje vyšší kvalitu větrání než nucené podtlakové větrání, resp. hybridní větrání. Použije se však i tam, kde není z hygienických důvodů možné zajistit přívod vzduchu podtlakem z obvodové stěny, např. při požadavku na přívod méně znečištěného vzduchu než je venkovní ovzduší (např. v blízkosti zdroje znečištění, nebo komunikace), nebo tehdy, je-li venkovní prostředí zatíženo nadměrným hlukem, který nelze utlumit přívodními elementy podtlakových systémů (obytný prostor přilehlý k rušné komunikaci).

Rovnotlaké větrací systémy zajišťují nucený přívod čerstvého vzduchu a současně odvod vzduchu znehodnoceného. Výhodou nuceného rovnotlakého systému větrání je možnost využití zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu, čímž se výrazně snižuje spotřeba tepla na ohřev venkovního vzduchu. Pro dopravu vzduchu slouží většinou dvojice ventilátorů umístěných v kompaktní vzduchotechnické jednotce, která obsahuje zpravidla filtraci atmosférického vzduchu, výměník ZZT, případně ohříváč (např.

pro teplovzdušné vytápění). Větrací zařízení slouží pro přívod a přehřev venkovního vzduchu, dohřev vzduchu je uskutečňován otopnou soustavou, nebo ohřívacem. Ventilátory mají možnost regulace výkonu v několika stupních (regulace otáček), což umožňuje ovládat zařízení na základě aktuálních požadavků (vlhkost, koncentrace CO₂ apod.).

Nevýhodou oproti podtlakovým systémům mohou být vyšší pořizovací náklady, vyšší spotřeba energie pro pohon ventilátorů, které musí hradit tlakovou ztrátu vzduchovodů a prvků větrací jednotky (především výměníku ZZT), dále pak prostorové nároky pro umístění zařízení větrání a vzduchovodů.

1.2.5 Centrální systémy

Jádrem systému je centrální vzduchotechnická jednotka, která zajišťuje dopravu venkovního a znehodnoceného vzduchu včetně úpravy vzduchu (filtrace a přehřev). Jednotka bývá zpravidla vybavena výměníkem ZZT. Pro vzájemnou polohu sání a výfuku vzduchu je nutné dodržet minimální vzdálenosti. Přívod a odvod vzduchu je realizován dvojicí vzduchovodů, kterými je vzduch distribuován k jednotlivým bytovým jednotkám a odkud je vzduch rozváděn do příslušných místností. Pro rozptýlení přiváděného vzduchu v obytných místnostech slouží distribuční elementy s dostatečným dosahem proudu, tak aby byla místnost rovnoměrně provětrána.

V případě nuceného rovnotlakého větrání, realizovaného centrální větrací jednotkou pro více bytů, musí zařízení automaticky vyrovnávat tlakové poměry v přívodních i odváděcích vzduchovodech při zásahu jednotlivých uživatelů. K tomu slouží ventilátory s proměnnými otáčkami (funkce byla popsána v kapitole o centrálním podtlakovém větrání).

Nevýhodou centrálního rovnotlakého systému větrání jsou zejména zvýšené nároky na prostor pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů. Ventilátory musí být opatřeny tlumiči hluku tak, aby nedocházelo k obtěžování obyvatel bytových jednotek nebo k šíření hluku do venkovního prostředí. Může rovněž docházet k nežádoucímu přeslechům mezi bytovými jednotkami. Vzduchovody je možné opatřit přeslechovými tlumiči, nebo se koncové elementy napojují přes ohebné hadice s útlumem hluku. Náklady na provoz

centrálního zařízení jsou rozpočítávány mezi jednotlivé bytové jednotky paušálně, bez ohledu na užívání systému větrání.

1.2.6 Lokální systémy

Lokální rovnotlaké větrací systémy slouží pro individuální větrání bytových jednotek. Pro větrání slouží „malá“ větrací jednotka, která je vybavena filtrací vzduchu, ventilátory a zpravidla výměníkem ZZT. Sání vzduchu může být realizováno společným potrubím, nebo samostatně z fasády každé bytové jednotky. Odvod vzduchu je v tomto případě řešen společným potrubím nad střechu objektu.

Nevýhodou lokálního systému je zejména poměrně nízká účinnost ventilátorů (vč. pohonu), zvýšené nároky na prostor pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů uvnitř obytného prostoru a hlučnost větrací jednotky umístěné přímo v obytném prostoru. Výhodou je zejména zajištění trvalé kvality vnitřního vzduchu s minimální spotřebou tepelné energie pro ohřev větracího vzduchu. Uživatel má absolutní kontrolu nad systémem větrání včetně nákladů spojených s provozem a údržbou zařízení, které jsou plně v režii dané bytové jednotky.

1.2.7 Teplovzdušné vytápění

Systém teplovzdušného vytápění a větrání se používá zejména pro rodinné domy a zajišťuje současně vytápění a větrání objektu. Pro předehřev venkovního vzduchu se používá výměník zpětného získávání tepla, díky němuž dochází k úspoře energie spojené s ohřevem větracího vzduchu. Charakteristické je pak využití cirkulačního vzduchu, který je odváděn z obytných místností, nebo chodeb. Přiváděný vzduch je dohříván na požadovanou teplotu pro pokrytí tepelné ztráty objektu.

Výhodou systému je spojení vytápění a větrání do jednoho zařízení. Otopná soustava slouží mj. pro přípravu otopné vody pro dohřev vzduchu. Díky přenosu tepla z vody do vzduchu však většinou nepracuje v nízkoteplotním režimu (jako např. podlahové vytápění). Nevýhodou je obtížná regulace teploty v jednotlivých místnostech, teplotní gradient v místnosti a zejména vyšší spotřeba elektrické energie pro pohon ventilátorů. Průtok přiváděného vzduchu je totiž navržen na krytí tepelné ztráty objektu

a převyšuje hygienické minimum nutné pro větrání. Vzhledem k tomu, že teplonosnou látkou je vzduch, vycházejí relativně velké dimenze vzduchovodů (v porovnání s kombinací řízeného větrání a vodní otopné soustavy). Zařízení se proto používá hlavně pro novostavby v nízkoenergetickém standardu.

1.2.8 Hybridní větrání

Hybridní větrání zahrnuje aktivní prvky přirozeného i nuceného větrání, tzn. kombinuje účinky přirozených (vztlakových) sil se silou mechanickou (nuceným větráním). Koncepce hybridního větrání spočívající v kombinaci a střídání obou režimů (přirozeného a nuceného) umožňuje udržet kvalitu vnitřního vzduchu bez vysokých nároků na spotřebu elektrické energie. Nezbytnou součástí systému je řídicí systém, který na základě aktuálních požadavků (koncentrace CO₂) nastavuje provozní režim budovy. V praxi to znamená použití definované dávky větracího vzduchu dle požadavků, nebo na základě měření koncentrace CO₂ v letním a v zimním období a použití nuceného větrání pouze pokud je to nezbytné.

Pro přívod vzduchu slouží např. samoregulační vyústky se servopohonem, které bývají umístěny nad okny, nebo nade dveřmi obytných místností. Vyústky zajišťují konstantní průtok vzduchu (např. 36 m³/h) i při změně tlakových poměrů uvnitř a vně budovy. Příváděcí vyústky je možné dálkově ovládat. Uživatel tak má možnost v každé chvíli zasáhnout do činnosti systému a např. vstupní vyústku uzavřít, pokud by byl obtěžován průvanem. Dále bývá systém doplněn střešním nástavcem (se samoodtahovou hlavicí využívající účinku větru nebo solárním komínem), centrální řídicí jednotkou a senzory CO₂.

Použitím větrání řízeného na základě aktuálních požadavků je možné omezit celkovou výměnu vzduchu uvnitř budovy (při zachování kvality vzduchu) a tím podstatně snížit tepelnou ztrátu větráním. Předpokladem použití řízeného větrání je vysoká vzduchotěsnost budovy ($N_{50} < 3 \text{ h}^{-1}$ při rozdílu tlaků 50 Pa). Při nízké vzduchotěsnosti budovy dochází ke značné infiltraci venkovního vzduchu a tím se omezuje význam řízeného větrání.“ (Zmrhal a Petlach, 2011)

2 Předrealizační příprava

Jako každá stavební činnost, tak i realizace vzduchotechniky objektu začíná podepsáním smlouvy o dílo, kde jsou specifikovány jednotlivé body plnění požadované stavební práce. Ve smlouvě o dílo musí být uveden objednatel i zhotovitel, předmět plnění smlouvy, časový rámec plnění a lokace stavby, dále je nutné stanovit cenu a způsob placení, povinnosti zhotovitele i objednatele, sankce za prodlení a další případné smluvní podmínky.

Dalším bodem realizace je převímka staveniště, stvrzená podpisem. Hlavní stavbyvedoucí generálního dodavatele stavby předkládá tento dokument k podpisu zodpovědné osobě na straně zhotovitele.

Realizace vzduchotechniky ve fázi předrealizační přípravy vzniká, jak již bylo uvedeno výše, podpisem smlouvy o dílo. Dále osoba zodpovědná za realizaci této části stavby obdrží projektovou dokumentaci pro provedení části stavby v profesi vzduchotechnika. Tato část projektové dokumentace by měla obsahovat technickou zprávu, doporučené přílohy technické zprávy a výkresovou část.

„Technická zpráva se zpracovává podle společných zásad a zpravidla obsahuje - soupis výchozích podkladů (zadání investora, či objednatele, použité právní předpisy a normy); klimatické podmínky místa stavby a provozní podmínky (uvažovaná nejvyšší a nejnižší venkovní výpočtová teplota, letní entalpie vzduchu, počet provozních hodin s uvedením provozní doby, počet pracovních dní v týdnu a v roce); popis základní koncepce vzduchotechnického zařízení; výčet typů prostorů větraných přirozeně nebo nuceně a zajištění předepsané hygienické výměny vzduchu v jednotlivých prostorech; minimální dávky čerstvého vzduchu, podíl vzduchu cirkulačního; umístění nasávání venkovního vzduchu pro zařízení, odvod odpadního vzduchu, počet a umístění centrálních jednotek pro úpravu vzduchu; zadání tepelných ztrát a zátěží klimatizovaných prostorů, požadované mikroklimatické parametry letní/zimní v klimatizovaných prostorech; požadavky na přívod čerstvého vzduchu a odvětrání místnosti; vzduchové výkony v jednotlivých typech místností; hlukové parametry ve vnitřním a venkovním prostředí; údaje o škodlivinách a se stanovením emisí a jejich koncentrace; popis způsobů

větrání a klimatizace jednotlivých prostorů a provozů; seznam zařízení s uvedením výkonových parametrů; popis jednotlivých VZT zařízení; umístění zařízení – centrály úpravy vzduchu, množství vzduchu, vedení kanálu do obsluhovaných prostorů distribuce vzduchu v prostoru; požadavky zařízení na teplo, chlad a elektrický proud; stručný popis způsobu provozu a regulace zařízení vzduchotechniky a klimatizace; protihluková a protipožární opatření ve vzduchotechnických zařízeních; popis způsobu zavěšení potrubí a jeho uložení; pokyny pro montáž; požadavky na uvedení do provozu (předepsané zkoušky, dohodnuté zkoušky, komplexní vyzkoušení, zkušební provoz, měření a seřízení průtoků vzduchu, měření hluku apod.)

Doporučené přílohy technické zprávy obsahují – tabulky místností se základními teplotními, hlukovými, vzduchovými parametry; tabulky zařízení se základními vzduchovými a energetickými parametry jednotlivých VZT zařízení v budově; tabulku protipožárních klapek; diagramy h-x s vyznačením úprav vzduchu v zařízeních (především u zařízení s chlazením, resp. úpravou vlhkosti. H-x diagram je základním podkladem při návrhu změn parametrů mikroklimatu místnosti. Jednoduchý nástroj pro zpracování izobarických změn stavů vlhkého vzduchu. Základními izobarickými změnami vzduchu jsou: ohřev, chlazení, vlhčení, směšování. H-x diagram, jinak nazývaný Molliérův diagram vlhkého vzduchu, se ve vzduchotechnice uplatňuje nejčastěji.)

Výkresová část se skládá ze: zakreslení vzduchotechnických rozvodů a zařízení do půdorysů jednotlivých podlaží od nejnižšího po nejvyšší, v měřítku 1 : 50 a větším; v případě složitějších a rozsáhlejších strojoven vzduchotechniky detailní výkresy půdorysu 1 : 25, řezy prostorem 1: 50, 1 : 25; řezy v prostoru mimo strojovny, schémata jednotlivých VZT zařízení; vyznačení izolací; poznámky pro montáž na stavbě; specifikace zařízení, seznam strojů a zařízení, výkaz výměr – zpracovává se (pokud není dohodnuto jinak) po jednotlivých vzduchotechnických zařízeních a v souladu s označováním pozic prvků na výkresech.“ (Frýba a Toman, 2005)

Podle metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob vydanou ČKAIT by stavbyvedoucí odpovědný za realizaci vzduchotechniky měl dostat podklady, které jsou zmíněny výše. V praxi to bývá ve většině případů jinak,

např. zmíněný h-x diagram, nezbytný pro návrh, se nedodává společně s prováděcí dokumentací. Zhotovitel obdrží jedno paré (kopii) dokumentace vzduchotechniky papírově i elektronicky. Záleží jen na generálním dodavateli stavby, jestli dodá pouze dokumentaci týkající se vzduchotechniky s technickou zprávou s přílohami, výkresy a koordinací TZB. Ostatní podklady a dokumentace vydává generální dodavatel na vyžádání. Někdy však generální dodavatel předá celou prováděcí dokumentaci najednou a netrvá na jejím vyžádání.

Po převzetí prováděcí dokumentace a koordinace stavby se stavbyvedoucí seznámí s projektem. Jeho prvním úkolem po převzetí tedy bude překontrolování dokumentace. Výchozím podkladem bude koordinace TZB, kde jsou zobrazeny všechny TZB sítě (vodovod, plyn, kanalizace, elektro vedení atd.). Nejdůležitější je nalezení potenciálních kolizních míst (místa křížení jednotlivých potrubí a instalací), které je vhodné opravit, ještě než stavba započne. Některé kolize nelze najít před samotným prováděním stavby, řeší se tedy až v průběhu realizace. Při nalezení chyby stavbyvedoucí navrhne změnu, kterou musí schválit projektant, nebo jen chybu oznámí projektantovi a ten zjedná opravu sám.

Po nalezení chyby, ať už před započítím realizace, nebo v jejím průběhu, musí být upraven soupis prací, dochází tak k vícepracím nebo méněpracím, což ovlivňuje výslednou cenu díla. Každá změna stojí čas, tedy peníze a nepříznivě ovlivňuje realizaci.

Po podrobné kontrole dokumentace stavbyvedoucí může přejít k výpisu a objednání potrubí. Nejdříve se realizuje VZT svislé a vodorovné vedení potrubí, začíná se svislým stoupacím potrubím, poté většinou pokračuje realizací vodorovného potrubí po jednotlivých patrech. Stavbyvedoucí tedy začne s výpisem potrubí potřebného ke zrealizování stoupacího potrubí. Při výpisu potrubí z autocadu stavbyvedoucí znovu kontroluje trasu vedení a může objevit další kolizní místa. Po výpisu potrubí přejde k objednání potrubí. V dnešní době jsou firmy schopné dodat potrubí do 4 dnů od objednání, není tedy nutné objednat veškeré potrubí pro stavbu. Problém většinou nastává se skladováním VZT potrubí, které je velmi objemné

a náchylné k poškození při jakémkoliv větším nárazu. V praxi se nejdříve objedná všechno potřebné stoupací potrubí, až se jeho realizace chýlí ke konci, objedná se vodorovné potrubí pro nejnižší patro. Až se opět jeho realizace chýlí ke konci, objedná se potrubí pro další patro, obdobně se pokračuje dále až po střechu.

JLVENT

Výrobní rozpiska

list č.: 1

stavba: GEUNET

č. akce: _____

Pol.č.	Název - rozměr	ks	Poznámka
1	PŘECHOD	1	
2	TR 200x200mm, l = 550mm	1	
3.	OL 200x200mm, R=200mm, 45°	2	
4	TR 200x200mm, l = 1000mm, 1xVP	3	
5	OL 200x200mm, R=200mm, 90°	1	
6	PŘECHOD + PRODLOUŽENÍ 300mm (200x200 → 200x300mm)	1	

Obr 1: Výrobní rozpiska potrubí (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

3 Montáž

V případě montáže vzduchotechnických elementů, ať už se jedná o vzduchotechnické potrubí, nebo koncový prvek, se realizace řídí stavební připraveností pro realizační činnost. Vzduchotechnika je první TZB profesí, která se realizuje po zahájení stavby, dá se říci, že po dokončení hrubé stavby následuje osazení největších potrubí (podle průřezu), tedy VZT potrubí. VZT potrubí se realizuje jako první z prostého důvodu, zabírá největší prostor a další vedení, ať už je to vodovod, kanalizace, plyn atd., se do dané instalační šachty, zástěny či podhledu vejdou snadněji. Tyto průřezově menší vedení skýtají větší variabilitu, jednodušeji mění trasu v případě problému, který se vyskytne až v průběhu realizace. Jak již bylo uvedeno v předrealizační přípravě, proběhlo změření a objednávka potrubí. Vyrobené potrubí si stavbyvedoucí převezme, zajistí dopravu a uskladní je na stavbě.

Montáž vzduchotechniky začíná zpravidla svislým stoupacím potrubím, které se osazuje do instalační šachty. Pro montáž svislého vzduchotechnického potrubí je tedy nutné mít osazenou instalační šachtu. V závislosti na projektu (velikosti stavby) se v instalační šachtě může objevovat více svislých přívodních, nebo odvodních stoupacích potrubích. Po dokončení stoupacího potrubí se všechny vývody zazátkují, jak odbočky na vodorovné potrubí, tak oba konce svislého potrubí.

Poté se pokračuje realizací vodorovného potrubí, zpravidla se začíná v nejnižším podlaží a realizace pokračuje postupně po patrech nahoru. Montáž vodorovného potrubí začíná u odbočky ze svislého potrubí. Nejdříve se osadí hlavní patrová větev horizontálního rozvodu. Opět se všechny vývody z tohoto rozvodu zazátkují. Postupně se osazují další vedlejší větve patrového rozvodu. Všechny zásady realizace svislého i vodorovného potrubí budou popsány dále.

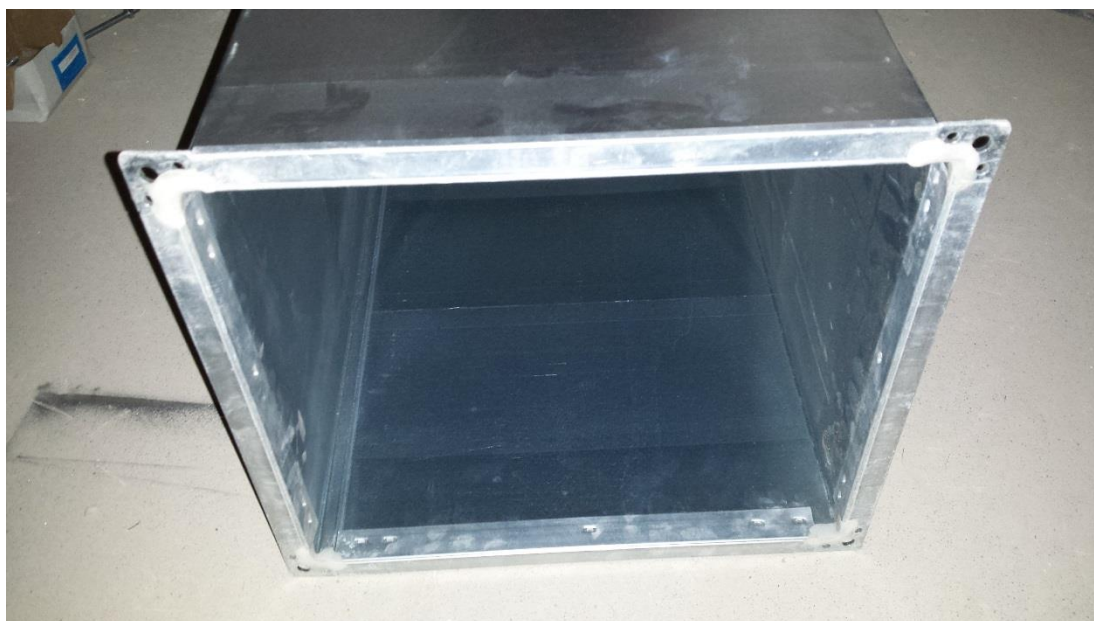
3.1 Vzduchovody

Vzduchotechnické potrubí se jinak označuje jako vzduchovod. Vzduchovody slouží k přivádění nebo odvádění vzduchu. Na jejich správném návrhu a provedení závisí hospodárny provoz celého zařízení. V případě, že je navržen menší průřez vzduchovodu pro přívod, či odvod požadovaného

objemu vzduchu, proudí vzduch potrubím vyšší rychlostí, tím pádem dochází k větším tlakovým ztrátám. Pro přívod, či odvod vzduchu je tedy potřebný silnější motor, resp. ventilátor a ve výsledku dochází k větší spotřebě elektrické energie, tím pádem se celý systém větrání prodražuje.

Vzduchovody mohou být různého provedení z hlediska použitého materiálu a nejuvhodnějšího tvaru. Nejběžněji používaným materiálem je pozinkovaný plech, průřez vzduchovodů je kruhový nebo čtyřhranný. Kruhové vzduchovody se méně zanášejí prachem, jsou menším zdrojem aerodynamického hluku. Jsou používány k dopravě vzduchu většími rychlostmi, což vede ke zmenšení jejich potřebného průřezu.

Pozinkovaný plech se nejběžněji používá o tloušťce 0,5 až 3 mm. Čtyřhranné vzduchovody se vyrábějí z tabule plechu. Délka čtyřhranného potrubí většinou odpovídá rozměru tabule plechu, z které se vyrábí, nejčastěji 500, 1000, 1500 mm (Drkal a Zmrhal, 2013). Pro poměr stran čtyřhranného vzduchovodu platí, že delší strana průřezu ke kratší straně průřezu, by měla nabývat maximální hodnoty 1 : 4.



Obr. 2: Čtyřhranné potrubí s přírubovým spojem. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

Pro výrobu nejrozšířenějších kruhových vzduchovodů (tzn. spiro potrubí) se používá plech spirálně vinutý. Kruhové vzduchovody ze spirálně vinutého plechu (tzn. spiro potrubí) se vyrábějí standardně v délce 3000 mm. (Drkal a Zmrhal, 2013)



Obr. 3: Kruhové spiro potrubí. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

Vzduchovody kruhového průřezu se montují snadněji než čtyřhranný vzduchovod. Nelze paušalizovat pro jaký případ použít kruhové nebo čtyřhranné potrubí, použití se liší v závislosti na potřebě rychlosti přiváděného vzduchu (proudění v kruhovém potrubí je rychlejší, dochází k menším tlakovým ztrátám) a potřebě prostoru např. v instalační šachtě. Čtyřhranné potrubí je tvarově přizpůsobivější, stejný plošný průřez zabírá méně místa, než potrubí kruhové.

3.2 Spojování potrubí

„Část dopravovaného vzduchu může unikat, nebo naopak vnikat netěsnostmi vzduchovodů. V převážné většině jsou netěsnosti způsobeny nekvalitně provedenými spoji vzduchovodů, nebo neodbornou montáží tepelné izolace (navářovací trny). Vzduch, který proniká netěsnostmi, je zdrojem ne hospodárnosti a může být příčinou nedostatečného výkonu zařízení“ (Drkal a Zmrhal, 2013), dále při úniku vzduchu z potrubí může docházet ke hluku.

3.2.1 Kruhové potrubí

Pro kruhové potrubí klasifikujeme dva základní typy spojů, přírubový a bezpřírubový spoj. Pro kruhové spiro potrubí se nejvíce využívá bezpřírubový spoj.

Spoj se provádí následujícím způsobem. Pro napojení dvou potrubí se používá vnitřní spojka (o dva milimetry menší průměr než kruhové potrubí), která se nasune na oba konce potrubí, pomocí samořezných tzv. tex šroubů se navrtá na čtyřech až osmi místech po obvodu spoje, dojde tedy k pevnému spojení. Pro větší zajištění vzduchotěsnosti se po obvodu spoje přes tex šrouby nalepí ALU páska, nebo před nasunutím potrubí lze jeho okraj pokrýt silikonem.



Obr. 4: Bezpřírubový spoj spiro potrubí. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

Mezi použitím silikonu a ALU pásky je zásadní rozdíl. Při použití Alu pásky je spoj demontovatelný, stačí odlepit pásku, vyšroubovat tex šrouby a potrubí lze rozpojit. Oproti tomu při použití silikonu vzniká pevný, nedemontovatelný spoj. Není jiný způsob jak potrubí rozpojit, než potrubí rozřezat.

Zajištění spoje pomocí silikonu je těsnější, než při použití ALU pásky, která se časem protrhne, což zapříčiní tvorbu hluku. V případě úniku vzduchu ze spoje, vzniká hluk, který nebývá snadné lokalizovat. Problém nastává např. při zaklopeném sádrokartonovém podhledu. Přístup do podhledu je zajištěn pouze malými montážními dvířky a spoj, kterým uniká vzduch, může být od těchto dvířek vzdálen. Sádrokartonový podhled není možné zatěžovat vahou lidského těla, mohlo by dojít k jeho propadu.

V pohledových částech, tzn. tam kde je vzduchovod viditelný, by se neměla používat ALU páska. V takovýchto případech se používá systém Safe. Na obou koncích vnitřní spojky nebo tvarovky je z výroby umístěno kruhové těsnění. Konce potrubí se nasunou na vnitřní spojku (tvarovku) a spoj se dále zajistí standardně po obvodu pomocí tex šroubů. Vzniká čistý pohledový spoj, který je však technologicky náročnější. Vnitřní spojka se používá pro spojení dvou trub o stejné dimenzi. Naopak vnější spojka se používá ke spojení dvou tvarovek. Tvarovky, které jsou o dva milimetry menší než potrubí o stejné dimenzi, lze spojovat i jinými způsoby. Mezi tvarovky lze vložit kus potrubí, bez použití spojek, díky menšímu průměru tvarovek. Stejně tak lze napojit tvarovky přímo na potrubí bez použití spojek.

Přírubový spoj se u kruhového potrubí využívá méně často. Avšak v případech, že potřebujeme osadit do potrubí vzduchotechnický element (např. ventilátor, klapu, regulátor), je nutné přistoupit k přírubovému spoji, protože tyto elementy v některých případech příruby obsahují. Přírubový spoj bude popsán důkladně u čtyřhranného potrubí, pro který je charakteristický.



Obr. 5: Příruba kruhového spiro potrubí. (Převzato z [<http://www.multivac.cz/produkty/nsp>])

3.2.2 Čtyřhranné potrubí

Bezpřírubový spoj pro čtyřhranné potrubí se realizuje v situacích, kdy není dostatek místa v instalačním prostoru např. při nedostatku místa v podhledu. Zásady realizace zůstávají stejné jako v případě kruhového potrubí. Nevýhodou přírubového spoje je navýšení obou rozměrů průřezu. Nejmenší šířka příruby je dva centimetry. Celkový průřez se zvětší o čtyři centimetry v obou směrech, proto se tedy přistupuje k bezpřírubovému spoji.



Obr. 6: Příruba čtyřhranného potrubí o šířce 2 cm. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

Na rozdíl od spiro potrubí se nejčastěji spojování čtyřhranného potrubí realizuje pomocí přírubového spoje. Pro vytvoření přírubového spoje jsou nezbytné příruby. Příruby se vyrábí o šířkách dva, tři a čtyři centimetry. Nejčastěji se vyskytuje šířka přírub dva centimetry, a to do délky jednoho metru delší strany čtyřhranného potrubí. Je-li delší strana průřezu rovna nebo je větší než jeden metr, přechází se na přírubu o šířce tři centimetry. Čtyřcentimetrová šířka příruby se používá výjimečně při značných rozměrech potrubí.

Příruby se dodávají ve dvou variantách, buď pevně, nebo volně připevněné k potrubí. Pevné příruby jsou na kusech potrubích objednaných přesně na míru. U kusů potrubí, o kterých nelze dopředu určit přesný rozměr, se v rozpisce potrubí (objednávkovém listu) označí jako doměrové kusy s požadavkem jedné volné příruby. Doměrový kus přijde na stavbu s jednou přírubou pevnou, druhá příruba je volná. Volná příruba se vyklepne z potrubí, které se zkrátí na požadovanou délku. Příruba se následně naklepe zpět a uchyťí se pomocí tex šroubů. Těsný spoj potrubí a příruby se zajistí pomocí silikonu v rozích. Příruby se mohou vyrábět i přímo na stavbě za použití přírubové lišty, rohovníků, tex šroubů a silikonu.



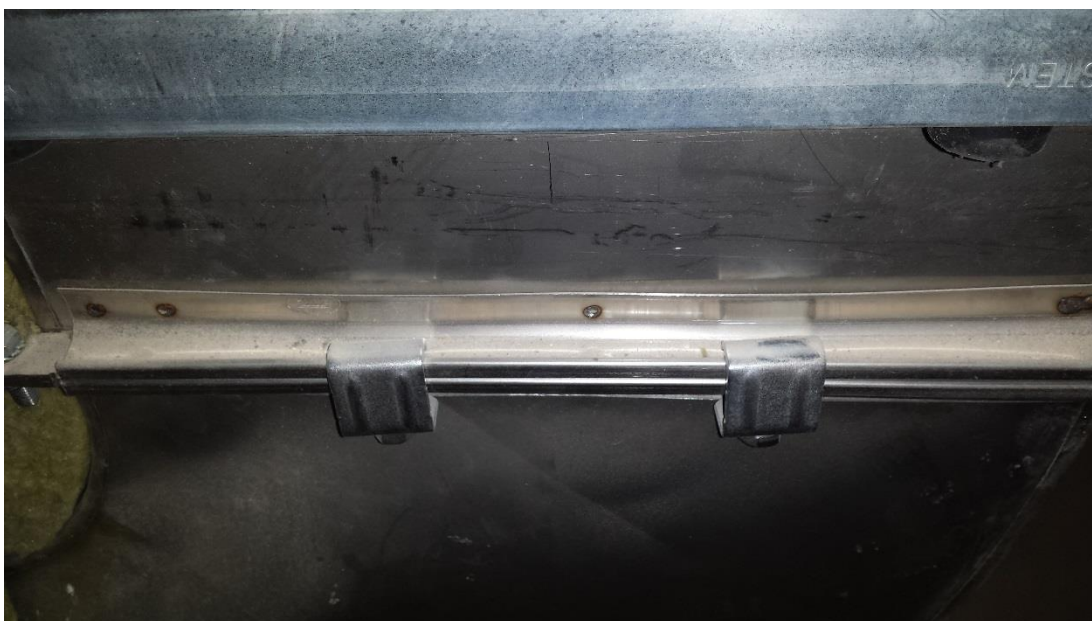
Obr. 7: Uchycení volné příruby. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

Přírubový spoj dvou trub se provádí následujícím postupem. Mezi příruby se vkládá těsnící samolepící páska Vitolen. Vitolen vložený mezi příruby, i celý přírubový spoj, se stáhne pomocí šroubů s metrickým závitem, umístěných v rozích přírub. Dotažení šroubového spoje je důležité pro správnou funkci těsnění. Z každé strany celistvé příruby tzn. jak pod hlavu šroubu, tak pod matici, se umístí samořezná podložka, která umožňuje správné dotažení šroubů, i v prostorech pro montáž špatně přístupných.



Obr. 8: Přírubový spoj s horní pevnou přírubou a spodní volnou přírubou osazenou na stavbě. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

V rozích je přírubový spoj zajištěný pomocí šroubů, avšak uprostřed rozpětí přírubového spoje může dojít k odchlípnutí přírub a následným netěsnostem způsobujícím hluk a nefunkčnost VZT systému. Proto dosáhne-li jeden rozměr průřezu 400 mm a více, umísťují se na hrany přírub C svorky (tzv. žáby). Poté jsou C svorky rozmísťovány od sebe po 200 mm. Pokud není zajištěn potřebný přístup k přírubě (v instalačním prostoru se nenachází místo pro dotažení C svorky), tak se naklepávají na hrany přírub lišty ve tvaru C.



Obr. 9: Zajištění přírubového spoje pomocí C svorek. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

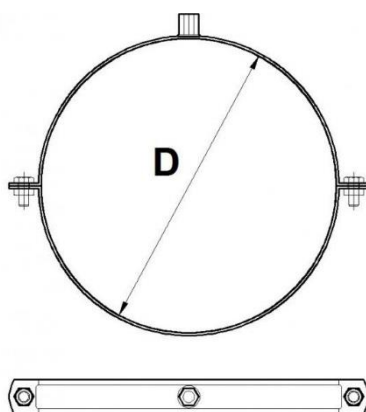
Na rozdíl od bezpřírubového spoje se přírubový spoj nepřelepí ALU páskou. Spoj provedený podle zmíněných zásad se bere jako těsný. Nefunkčnost spoje většinou způsobuje špatně nalepené, popř. rozmístěné těsnění (těsnicí páska Vitolen), špatné použití C svorky nebo nezasílikonování volné příruby.

3.3 Kotvení a uchycení vzduchotechnického potrubí

Kotvení a uchycení vzduchotechnického potrubí se realizuje různými způsoby. Varianty uchycení volíme v závislosti např. na velikosti manipulačního prostoru, zda se jedná o pohledovou část potrubí apod. Rozdílně se uchycuje kruhové a čtyřhranné potrubí. Kruhové potrubí se uchycuje pomocí objímek a V závěsů. Čtyřhranné potrubí se kotví pomocí L závěsu, Z závěsu a pomocí montážních profilů.

3.3.1 Objímky

Pomocí objímek se přichycuje kruhové potrubí. Stejně jako existuje rozměrová řada pro kruhové potrubí, tak ji kopíruje rozměrová řada objímek. Objímka se skládá ze dvou polokruhových částí, které jsou uprostřed kotveny, buď na jedné straně šroubem, nebo na obou stranách kovového prstence. Po vnitřním obvodu kovového prstence je vedena guma (pryž), která tlumí vibrace. Zamezení přenášení vibrací mezi konstrukcemi je základním požadavkem správné realizace vzduchotechniky. Objímky jsou kotveny do stropu (případně stěn) pomocí závitových tyčí. Horní konec závitové tyče se našroubuje do natloukací kotvy umístěné v konstrukci, poté se našroubuje dolní konec závitové tyče do vrcholu objímky (protáhlá spojovací matice se závitem).



Obr. 10: Půdorys a řez objímkou. (Převzato z [http://klimatshop.sk/cs/montazny-material/90-kruhova-objimka-s-gumou.html#objimka_s_gumou-obj450])

3.3.2 Závěs potrubí V

Stejně jako objímka se V závěs používá pro uchycení kruhového potrubí, výjimečně i čtyřhranného potrubí. Konstrukce V závěsu je velmi jednoduchá, na vrcholu V závěsu je kovová dutina umístěna v pryži, která zabraňuje přenášení vibrací a dvě packy s předvrtanými dírami pro uchycení na potrubí. Uchycení V závěsu se provádí následovně. Závitová tyč se našroubuje do natloukací kotvy umístěné v konstrukci. V závěs se připevní na potrubí pomocí tex šroubů do předvrtaných děr v packách. Závitová tyč se protáhne kovovou dutinou ve V závěsu, který je uchycen na potrubí. V závěs se zajistí pomocí matice, seshora i zespodu na závitové tyči. V případě nedostatku místa v instalačním prostoru se pořadí může prohodit.



Obr. 11: V závěs. (Převzato z [<http://klimatshop.sk/cs/zavesy-potrubia-vzduchotechnika/117-zaves-potrubia-v-vzduchotechnika.html>])

3.3.3 Závěs potrubí Z

Pomocí Z závěsu se uchycuje čtyřhranné potrubí. Stejně jako v předešlých případech se nejdříve horní část závitové tyče našroubuje do natloukací kotvy v konstrukci. Poté se umístí spodní část Z závěsu zesponu na potrubí a boční část se přiloží na boční hranu potrubí. Stykové plochy Z závěsu a čtyřhranného potrubí se připojí pomocí tex šroubů jak zesponu, tak z boku. Závitová tyč se protáhne kovovou dutinou na vrcholu Z závěsu a zajistí se seshora a zesponu pomocí matic. Opět při nedostatku místa v instalačním prostoru se pořadí úkonů může prohodit. Maximální nosnost jednoho správně provedeného Z závěsu činí 50 kg.

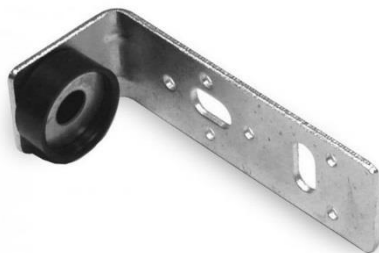


Obr. 12: Z závěs. (Převzato z [<http://klimatshop.sk/cs/montazny-material/116-zaves-na-hranate-vzduchotechnicke-potrubu-tvaru-z.html>])

3.3.4 Závěs potrubí L

Podobně jako Z závěs se používá k zavěšení čtyřhranného potrubí, montáž probíhá obdobně jako u Z závěsu. Stejně jako v předešlých případech

zavěšení se nejdříve vrchní část závitové tyče našroubuje do natloukací kotvy ve stropu. Boční část L závěsu se přiloží k horní boční hraně čtyřhranného potrubí. L závěs se připojí pomocí tex šroubů ke čtyřhrannému vzduchovodu. Závitová tyč se protáhne dutinou umístěnou v pryži v horní části L závěsu, který se zajistí z obou stran pomocí matic.



Obr. 13: L závěs. (Převzato z [<http://klimatshop.sk/cs/zavesy-potrubia-vzduchotechnika/118-zaves-potrubii.html>])

3.3.5 Montážní profil

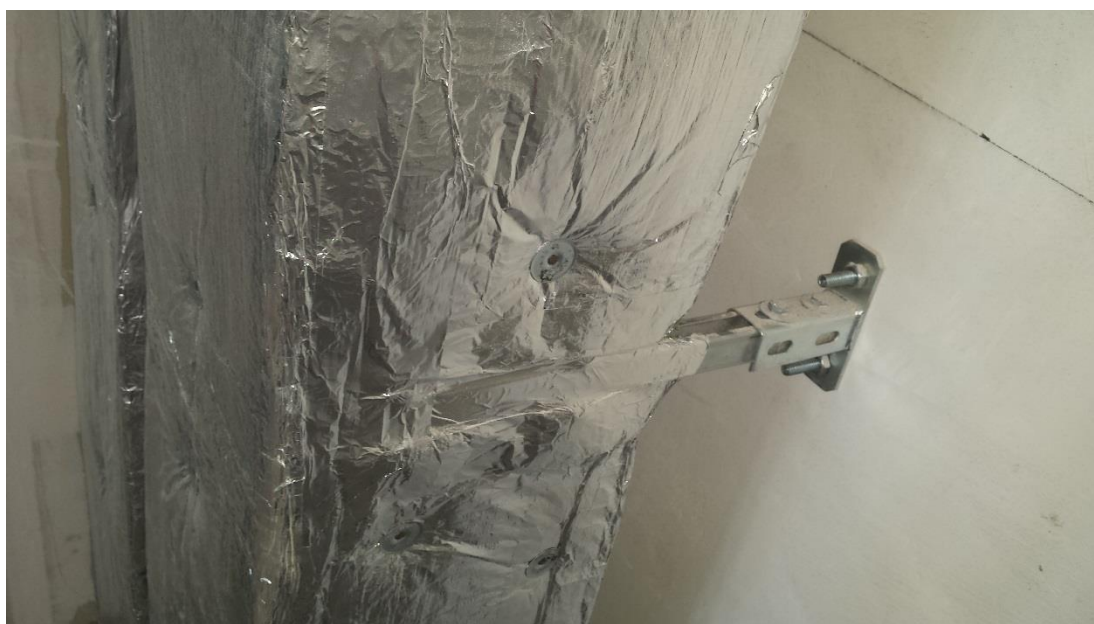
Montážní profil je nejúnosnějším ukotvením čtyřhranného potrubí, používá se u větších průřezů potrubí na rozdíl od Z a L závěsů. Instalace montážního profilu spotřebovává více materiálu, proto je tento typ uchycení dražší než předešlé dva závěsy (viz dále).

Nejdříve se vyvrtají dvě díry do stropu, na každé straně potrubí jedna. Do vyvrtaných děr se natlučou kotvy. Do obou kotev se našroubují závitové tyče. Čtyřhranné potrubí se umístí do potřebné výšky, otvory, které jsou umístěné v montážním profilu, se protáhnou závitové tyče. Přitom je nutné dbát, aby plochá část montážního profilu byla na styku s potrubím. Pomocí matic se zajistí potrubí na obou stranách montážního profilu.

Avšak montážní profil se nevyužívá jen pro kotvení zavěšeného potrubí do stropu, potrubí může být vedeno také na styku s podlahou např. ve strojovně. Následně se zkrátí montážní profil na potřebnou délku, přiloží se k potrubí a uchytí se na potrubí pomocí tex šroubů. Častou chybou bývá, že je montážní profil na styku se zemí oddělen pouze kusem pryže, v tomto případě může dojít k poškození podlahy. Při správném provedení se na montážní profil

zespodu přichytí kovové patky, až poté se položí na pryž a nehrozí poškození podlahy.

Dalším využitím montážního profilu je ukotvení stoupacího potrubí, kdy se kus montážního profilu uchytí do stěny a staticky poté funguje jako konzola. Kovovou konzolu lze objednat přesně na míru. Použití montážního profilu nabízí variabilitu a možnost pružně reagovat na změny při realizaci. Konzola z montážního profilu se realizuje následovně. Nejdříve se ukotví kovové patky do stěny, na patky se přišroubují montážní profily. Následuje uchycení montážního profilu na vzduchovod. V praxi se spojení provádí dvěma způsoby. Správný způsob provedení je takový, který nepřenáší vibrace do konstrukcí. Ze strany se na potrubí přišroubuje L profil, který se položí na konzolu z montážního profilu. Mezi montážní profil a L profil se vkládá pryž. Nedochozí tedy k pevnému spojení, L profil je pouze položen na montážním profilu. Tímto způsobem by se mělo vždy uchycovat stoupací potrubí. Jelikož však není stoupací potrubí pevně ukotveno, může z konzol vypadnout a porušit se. Z toho důvodu se k takovému uchycení přistupuje při malém rozměru instalační šachty, kdy nemá svislé potrubí kam uhnout. Ve většině případů se tedy přistupuje k pevnému spojení konzoly a potrubí. Montážní profil se přichytí k potrubí pomocí tex šroubů. Pevné spojení je stabilnější, realizuje se i přes problémové přenášení vibrací do konstrukcí.



Obr. 14: Montážní profil staticky fungující jako konzola. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

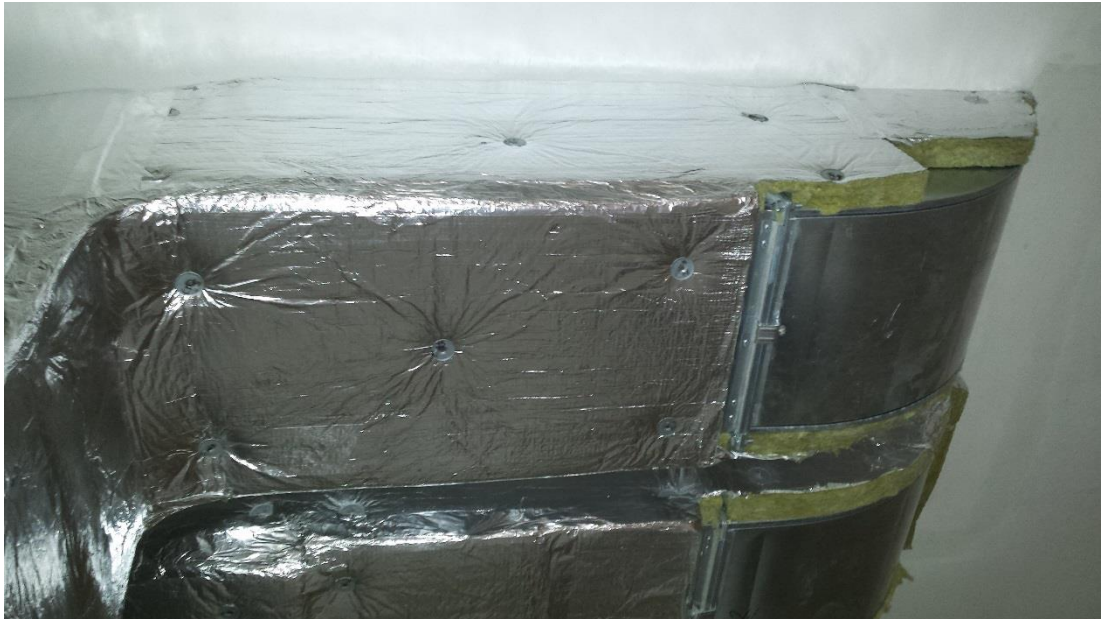
3.4 Izolace

Izolace VZT potrubí se člení na: tepelnou, akustickou, požární, a ve výjimečných případech chladovou. Izolace se používá jak na přívodních vzduchovodech, tak dokonce i na odvodních vzduchovodech. Na přívodním potrubí se snažíme zamezit tepelným ztrátám, než přivedeme vzduch do klimatizovaného prostoru. Odvodní potrubí se izoluje v případě, kdy je třeba zamezit tepelným ztrátám odváděného vzduchu, který je využíván pro systém zpětného získávání tepla (rekuperace). Tepelně technické posouzení určuje, zda je ekonomické použití izolace v tomto případě na odvodu. V závislosti na průřezu potrubí se vybere odpovídající druh izolace. Pokud je třeba izolovat kruhové potrubí, zvolí se izolace svíjená v rolích, pro čtyřhranné potrubí se používá izolace ze čtyřhranných desek. Desky i role izolace se skládají z minerální vlny, která slouží jako izolant, dále z výztužné síťoviny a hliníkového polepu (ALU páska). Izolace na styku s potrubím je bez povrchové úpravy, na horní straně se nachází zmíněná síťovina a ALU polep. Uchycení izolace na potrubí se provádí pomocí navařovacích trnů. Délka navařovacích trnů odpovídá tloušťce izolace. Každý výrobce izolací uvádí počet navařovacích trnů na 1 m². Doporučená množství trnů na 1 m² by se měla dodržovat, v případě nedodržení doporučeného množství může dojít k odchlípnutí izolace od potrubí, což vede k úniku tepla a následné kondenzaci. Menší než doporučené množství navařovacích trnů může způsobit nehospodárnost, která bude systém vzduchotechniky prodražovat. Nejčastěji se uvádí 8 - 9 ks navařovacích trnů na m². Výrobci také udávají vzdálenost mezi trny, které jsou odlišné pro vertikální a horizontální vedení vzduchotechniky. Tyto informace (počet trnů a vzdálenost mezi nimi) jsou obsaženy v technickém listě, popř. katalogu výrobce. Montáž izolace tzn. její uchycení na potrubí lze v principu provádět dvěma způsoby. Při prvním způsobu probíhá montáž následovně. Navařovací trny se pomocí navařovací pistole v odpovídajícím množství a v doporučené vzdálenosti uchytí na potrubí. Izolace se přiloží na potrubí. Navařovací trny se lokalizují v izolaci. Následně se na trny nasadí kloboučky s průměrem odpovídajícím rozměrům trnů. Výsledné provedení izolace je úhledné. Při druhém způsobu montáže je pořadí kroků prohozeno, nejdříve se přiloží izolace na potrubí. Poté se

na svařovací pistoli nasadí navařovací trn spolu s kloboučkem, izolaci je potřeba propíchnout a navařit na potrubí. Tento způsob provedení není oproti prvnímu způsobu pohledově dokonalý, neboť dochází k opálení kloboučku. Všechny styky desek (spáry) se přelepují ALU páskou. Ve většině případů se izolace osazuje na již zrealizovaný vzduchovod, avšak existují výjimky. Při nedostatku místa v montážním prostoru se vzduchovod předizoluje. Při tomto postupu je nezbytné dbát na to, aby byl ponechán dostatečný prostor v místech, kde se k sobě budou kusy vzduchovodu spojovat. Např. V rozích čtyřhranného potrubí (přírubový spoj) se musí nechat prostor pro šroubení. V případě špatného přístupu je možné izolaci poškodit. Jak již bylo řečeno, předizolování se používá v prostorech se špatným přístupem. Další problém může v tomto prostoru vzniknout při potřebě přelepení spár, neboť je k nim obtížný přístup. Spáry totiž nelze dokonale přelepit ALU páskou (značný problém u požární izolace).

3.4.1 Tepelná izolace

Tepelná VZT izolace slouží k zabránění tepelným ztrátám vzduchu v potrubí a brání kondenzaci vody na povrchu. Tepelná izolace se vyrábí v tloušťkách od 20 mm až po 100 mm, nejběžněji se používá tloušťka 40 mm. Tloušťka izolace se stanovuje na základě výpočtu, který zohledňuje umístění stavby, teploty vzduchu v prostoru, kde má být použita izolace atd. Dnes již existují výpočtové programy, které výrobci mají umístěny na webových stránkách, a které po zadání potřebných parametrů stanoví ekonomickou tloušťku izolace. Zásady montáže jsou popsány výše.



Obr. 15: Průběh realizace tepelné izolace čtyřhranného potrubí. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

3.4.2 Akustická izolace

Akustická izolace se využívá v případech zvýšené hlučnosti vzduchovodu. Hluk může způsobovat větší přepravní rychlost vzduchu ve větvi VZT vedení. Dalším příkladem může být prvek v potrubí, který zapříčiní turbulence a tím pádem i hluk. Akustická izolace funguje i jako izolace tepelná. Na rozdíl od tepelné izolace se na povrchu izolace neobjevuje síťovina a ALU polep. Obě strany izolace tedy nemají žádnou povrchovou úpravu, avšak někdy se na horní stranu pokládá černá textilie. Další rozdíl se nachází v jejím uchycení na potrubí. Nepoužívají se navařovací trny, které by narušily akustické vlastnosti materiálu. Akustická izolace se uchycuje na potrubí pomocí speciální ALU folie (velmi drahý způsob), nebo se provádí oplechování (přistupuje se k němu častěji, výrazně levnější, než ALU folie). Vyrábí se v rozměrové řadě 40 mm, 60mm, 80 mm a 100 mm. Míra akustické pohltivosti izolace je úměrná objemové hmotnosti. Čím větší objemová hmotnost izolace, tím lepší akustické vlastnosti vykazuje.



Obr. 16: Akustická izolace ISOVER AKU. (Převzato z [<http://www.isover.cz/isover-aku>])

3.4.3 Požární izolace

Požární izolace mají objemovou hmotnost mezi 60 až 70 kg/m³ a současně jsou i tepelnou izolací. Realizuje se stejně jako tepelná izolace za použití navařovacích trnů, je však požadováno větší množství navařovacích trnů na m². Udává se množství mezi 14 až 20 kusy na m² s doporučenou vzdáleností trnů 60 až 80mm. Každý výrobce specifikuje množství a rozteče navařovacích trnů v technických listech. Stejně jako u tepelné izolace je povrchově upravena Alu polepem. Další důležitou zásadou, na kterou by se mělo při realizaci dbát, je pečlivé sražení desek dohromady. Desky izolace na jejich styku by se měly k sobě co nejvíce přitlačit, aby nevznikaly spáry. Požární izolace se vyznačuje odoláváním požáru (hodnoty požáru jsou uvedeny v normě ČSN EN 13 501- 1). Tato požární odolnost se udává v minutách. Dle normy jsou konstrukce schopny odolávat požáru 15, 30, 45, 60, 90, 120 a 180 minut. K popisu požární odolnosti se přidávají písmena vyjadřující mezní stav. Pro vzduchotechniku jsou to písmena E, I, a S. Tyto hodnoty odolávání požáru se však vztahují na celou konstrukci (potrubí, závěsy, izolaci...). Pro jednotlivé materiály např. pro izolaci se zavádějí třídy reakce na oheň. Třídami reakcí na oheň jsou A1, A2, B, C, D, E, F. Na izolace se vztahují třídy A1, A2 (nehořlavé, resp. nesnadno hořlavé). Tloušťka izolace je přímo úměrná požární odolnosti. Čím tedy tlustší izolace, tím vyšší požární odolnost. Např. společnost ISOVER uvádí pro tloušťku 30 mm požární odolnost 15 min. A pro tloušťku izolace 100 mm požární odolnost 120 min (hodnoty pro izolaci ISOVER ULTIMATE PROTECT).



Obr. 17: Protipožární izolace kruhového potrubí. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

3.5 Požární ochrana v rámci vzduchotechniky

Vzduchotechnika se navrhuje v objektech o velkých rozměrech (obchodní centra, kina, atd.), tyto objekty jsou rozčleněny na požární úseky, které zabraňují přesunu požáru mezi sebou. V každém objektu, kde je budováno vzduchotechnické vedení, prochází vzduchovody z jednoho požárního úseku do dalšího. VZT potrubí prochází přes takzvanou požárně dělicí konstrukci. V těchto místech se nachází prostupy, které musejí být také zajištěny proti požáru. Zabezpečení prostupu skrz požárně dělicí konstrukci se nazývá požární ucpávka. Jedná se o konstrukci oddělující dva požární úseky. Aby se zabránilo přesunu požáru, instaluje se do potrubí požární klapka. Jestliže bude v celém požárním úseku použita požární izolace se správně provedenou požární ucpávkou, nebude potřeba osadit do požárně dělicí konstrukce zmíněnou požární klapku. V případě duplicitní ochrany, tedy při použití požární izolace i požární klapky, nenastává problém. Takto provedená požární ochrana se nachází jednoznačně na straně bezpečnosti. Výraznou nevýhodou duplicitní ochrany proti požáru je cena.

3.5.1 Požární ucpávka

Jak již bylo zmíněno výše, požární ucpávka zajišťuje prostup skrz požárně dělicí konstrukci. Realizátor požární ucpávky je odpovědný za její funkčnost a zaručuje se za požární odolnost deklarovanou výrobcem. Proto si

realizátor často nechává požární ucpávky provádět specializovanou firmou v oboru, která přebírá zodpovědnost. Na požární ucpávku se umísťuje popisný štítek, který obsahuje údaje: název firmy, datum provedení, požární odolnost v minutách, podpis montážního technika (technik s oprávněním montáže požárních ucpávek). Požární ucpávka se realizuje v praxi následujícím způsobem. V místě prostupu se na potrubí neaplikuje izolace. Prostup se utěsní kusy požární izolace o objemové hmotnosti minimálně 140 kg/m³. Na utěsněný povrch prostupu se aplikuje protipožární tmel o tloušťce vrstvy minimálně 2 mm. Tmel se aplikuje nejen na povrch prostupu, ale i na povrch potrubí (přesah 50 mm na potrubí). Po splnění předešlých dvou kroků se na viditelné přístupné místo umístí zmiňovaný štítek. Firmy uvádí, jak se provádí požární ucpávky. Popsaná realizace požární ucpávky je schválena firmou HILTI.

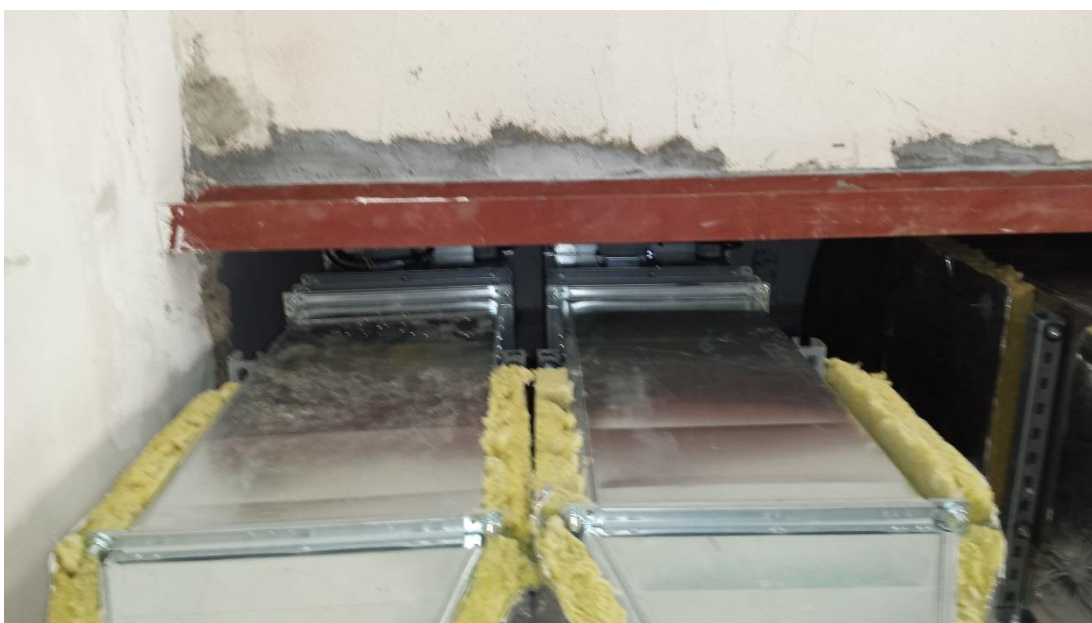


Obr. 18: Protipožární ucpávka. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

3.5.2 Požární klapka

Požární klapka se umísťuje na rozhraní požárních úseků. Požární klapky se v případě požáru uzavřou a musí vydržet po dobu deklarované požární odolnosti. Požární klapka může být uzavřena dálkově, mechanicky. Všechny požární ucpávky obsahují teplotní pojistky. Při překročení maximální teploty pojistky se klapka automaticky uzavře (např. firma MANDIK uvádí 72 °C). Realizace probíhá velmi jednoduše, požární klapka pro čtyřhranné

potrubí obsahuje příruby, pomocí kterých se zakomponuje do potrubí. Platí zde stejné zásady, které jsou popsány výše u přírubového spoje. Pro realizaci klapky na kruhové potrubí platí stejný postup jako pro osazování kruhových tvarovek u malých průměrů průřezu (do 400 mm). U větších průměrů se aplikují příruby. Po osazení se klapka musí napojit na elektrickou síť, jestliže je ovládána dálkově. Požární klapka musí být natočena hranou zazdění k požárně dělící konstrukci. Následně se požární klapka zazdí. Pokud nejde prostup zazdít, vyplní se požární izolací po hranu zazdění a provede se požární ucpávka.



Obr. 19: Protipožární klaky na přívodním i odvodním svislým potrubím. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

3.6 Koncové prvky

Koncové prvky, jinak také označované jako distribuční prvky, slouží k přívodu nebo odvodu vzduchu z větraného prostoru. Základními distribuční prvky jsou talířové ventily, čtyřhranné výústky, anemostaty, vířivé výústě a trysky. Hlavní rozdíly mezi zmiňovanými prvky se nachází v objemu přiváděného vzduchu, způsobu distribuce vzduchu do prostoru a dopravní vzdálenosti vzduchu. Koncové distribuční prvky, jak naznačuje název, se osazují až nakonec po zrealizování horizontálního rozvodu vzduchotechniky. Na koncový prvek musí být kladena vysoká technologická kázeň, protože bývá

ve většině případů jedinou viditelnou částí rozvodu vzduchotechniky (pokud není horizontální rozvod přiznaný v pohledové části).

3.6.1 Talířový ventil

Slouží jak k přívodu, tak i odvodu vzduchu. Skládá se ze tří částí. První část se upevňuje na konstrukci stropu (např. sádrokartonový podhled, podhled ze sádrokartonových kazet apod.). Aby se nepřenášely vibrace mezi koncovým prvkem a horizontálním rozvodem vzduchotechniky, dochází k propojení pomocí flexi hadice (ALU FLEX- obsahuje pouze ALU folii, SONO FLEX- odhlučňovaná flexi hadice s Alu folií a izolací). Flexi hadice obsahuje ztužující prstenec, který se vytáhne nad místo napojení koncového prvku. Alu folie se přetáhne v místě napojení koncového prvku a následně se přichytí pomocí ALU pásky. Stejným způsobem se napojuje flexi hadice na horizontální rozvod. Druhá část talířového ventilu se z pohledové strany našroubuje do upevnění části v konstrukci. Třetí část tzv. regulační element se také našroubuje ze stejné strany do koncového prvku. Čím hlouběji je tento element našroubován, tím menší objem vzduchu vstupuje nebo vystupuje do nebo z místnosti (regulace koncového prvku).

3.6.2 Anemostat

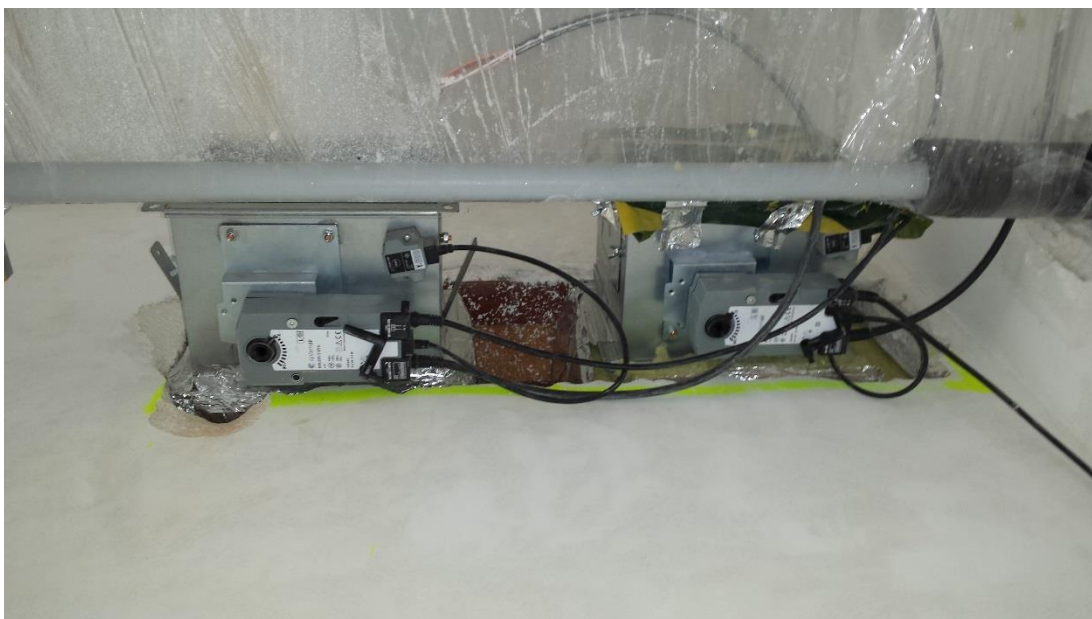
Anemostat je koncovým distribučním prvkem instalovaný v prostorově objemných místnostech (např. v místnostech administrativních center, restaurací apod.) s konstrukční výškou přesahující 2,6 m. Anemostaty jsou konstruovány na vyšší průtoky vzduchu než talířové ventily (až 4000 m³). Skládají se ze dvou částí. První vrchní část (tzv. tělo) se kotví do konstrukce stropu. Druhá část (kryt anemostatu) se nachází v pohledové části. Na tělo, vrchní část anemostatu, se pomocí samořezných tex šroubů připevňují L závěsy. Do konstrukce stropu se osadí natloukací kotvy, do kterých se našroubují závitové tyče. Ty se protáhnou otvory v L závěsech (viz. L závěs výše). Podle velikosti jsou anemostaty uchyceny do konstrukce stropu dvěma až čtyřmi závěsy. Napojovací kus potrubí vyústí z anemostatu buď do boku, nebo kolmo vzhůru směrem ke stropu v závislosti na prostoru v montážním prostoru. Stejně jako u talířového ventilu se anemostat napojuje na horizontální rozvod vzduchotechniky pomocí flexi hadice, konkrétně SONO FLEXEM. Kryt anemostatu se připevní na tělo šrouby s metrickým závitem.

4 Příklady realizací z praxe

Fotodokumentace příkladů realizací, viz níže, byla pořízena na stavbě Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR v Dejvicích na adrese Flemingovo náměstí 2, kde se provádí rozsáhlá rekonstrukce. Probíhá zde kompletní výměna vzduchotechnických rozvodů včetně vzduchotechnický strojoven.

4.1 Požární klapka

Uvedené požární klapky, jedna pro přívod, druhá pro odvod vzduchu, jsou osazeny do požárně dělící konstrukce, k jejich napojení na horizontální rozvod vzduchotechniky teprve dojde. Požární klapky jsou správně osazeny ve stěně, lícují s tzv. hranou zazdění. Přední část s elektrickým ovládáním vystupuje před stěnu. Klapka bude připojena na elektrickou síť a bude uzavíratelná dálkově. Velkým problémem je však izolace klapky uvnitř prostupu stěnou. V prostoru prostupu by měla být klapka holá. Kdyby se prostup zazdil, s takto izolovanou klapkou, nebyla by zaručena funkce požárně dělící konstrukce. Východiskem by bylo sundání izolace z klapky a následné její použití při tvorbě požární ucpávky. Avšak pro průchod dvou potrubí je prostup příliš velký. Požární ucpávka by byla drahá. Zazdít otvor v tomto konkrétním případě je ekonomičtější.



Obr. 20: Protipožární klapy na přívodním i odvodním horizontálním potrubí. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

4.2 Montážní profil

Další příklad z praxe zobrazuje konzolu ukotvující svislý vzduchovod. Uvedená konzola je vyrobena z montážního profilu, který byl zkrácen na požadovanou délku. Dále ji tvoří patka, jež je správně ukotvena do stěny a L profilů uchycených pomocí tex šroubů na potrubí. V kapitole o kotvení jsou uvedeny dva způsoby uchycení L profilu na konzolu. Jak již bylo řečeno ve zmíněné kapitole, největším problémem kotvení svislých vzduchovodů, ale i celé vzduchotechniky, je přenos vibrací. Vibrace se vytváří prouděním vzduchu uvnitř vzduchovodu. Pevným spojením kotvícího prostředku a vzduchovodu se zmíněné vibrace přenáší do konstrukcí. Pevný spoj se realizuje pomocí šroubů, matic a podložek. Na uvedeném obrázku je zobrazen pevný spoj. Vibrace by se přenášely z L profilu přes montážní profil a dále do konstrukce. Avšak seshora i zespodu montážního profilu jsou umístěny kruhové pryžové podložky, které by měly zabraňovat přenosu vibrací za předpokladu, že šroubový spoj nebude zcela dotažen. V případě jeho dotažení by byla pryžová podložka stlačena a její funkce by se zanedbala. Jediný nedostatkem by se mohla jevit orientace montážního profilu. Já bych preferoval otočení montážního profilu, kdy celistvá strana profilu by se nacházela na styku s L profilem. Jak můžeme vidět, při opačné orientaci dochází k zařezávání pryžové podložky do montážního profilu.



Obr. 21: Montážní profil s funkcí konzoly. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

4.3 Izolace

Dalším příkladem je realizace izolace. Jedná se o tepelnou izolaci ISOVER o tloušťce 40 mm. Realizace izolace byla prováděna způsobem, kdy se nejdříve na potrubí přiloží izolace, provizorně se uchytlí páskou, aby držela, a posléze se napevno zajistí pomocí navařovacích trnů. Trny byly navařeny pomocí navařovací pistole společně s kloboučky. Jak můžeme vidět, kolem izolovaného stoupacího potrubí byly osazeny sádrokartonářské profily, na něž posléze budou kladeny sádrokartonové desky. Potrubí se tedy nenachází v pohledové části. Způsob navaření trnů, kdy dochází k opálení kloboučku, nevytváří potíže. Problém však nastal v momentě, kdy byla navařovací pistole s trnem v provozu delší dobu, než bylo potřebné. Došlo k propálení izolace v daném místě. Při delším provozu navařovací pistole mohlo dojít i k propálení plechu samotného vzduchovodu. Toto místo může být v budoucnosti potenciálně rizikové. Jestliže došlo k propálení vzduchovodu, může toto propálení způsobovat únik vzduchu, což zapříčiní tvorbu hluku, jestliže by došlo k zaklopení šachty dříve, než by byl spuštěn zkušební provoz a dané místo by způsobovalo hluk. V tom případě by musela proběhnout nákladná demontáž sádrokartonové šachty s revizí potrubí v místě úniku vzduchu. Vyříznutí izolace kolem problémového místa by ukázalo, zda je vzduchovod propálen, či nikoliv. Jestliže by byl vzduchovod v pořádku, vyříznutý kus by se vložil zpět, uchytil by se pomocí navařovacího trnu a vzniklé spáry by se přelepily ALU páskou. Při porušení vzduchovodu, by se muselo místo utěsnit, buď vrstvou silikonu, nebo by musel být osazen kus plechu zabráňující úniku vzduchu. Jak je patrné z obrázku, množství navařovacích trnů není dostatečné. Na 1 m² připadá sedm navařovacích trnů, po doplnění dvou trnů bude izolace dostatečně ukotvena. Jak vidíme na obrázku, všechny spoje desek (spáry) jsou přelepeny ALU páskou a tedy zajištěny.



Obr. 22: Přední pohled a detaily tepelné izolace. (autor Jaroslav Hatoň, 2016)

Závěr

Cílem mojí bakalářské bylo popsat zásady realizace vzduchotechniky, horizontálního i vertikálního vedení vzduchotechnického potrubí jak ve fázi předrealizační, tak i v samotné realizační fázi. Hlavní důraz byl kladen na správné provedení součásti vzduchotechnického zařízení, nedodržení těchto zásad vede mnohdy k nefunkčnosti daného prvku, nebo dokonce celého systému větrání a tím pádem i prodražení celé stavby.

V první části jsem vyobrazil vývoj větrání a jeho historickou potřebu. Dále jsou zde uvedeny systémy větrání budov, principy jejich využitelnosti a rozdělení těchto systémů (charakteristiky systémů nuceného a hybridního větrání).

V druhé části jsem se zabýval postupem činností po předání projektové dokumentace k provedení části stavby v profesi vzduchotechnika, které předchází samotné montáži vzduchotechniky. Také jsem zdůraznil nutnost lokace potenciálních kolizních míst tak, aby nedošlo k neřešitelnému křížení jednotlivých potrubí a instalací jednotlivých inženýrských sítí.

V třetí části jsem popisoval montáž prvků vzduchotechnického potrubí. Nejdříve jsem uvedl charakteristiku vzduchovodu jako takového. V další části jsem se zabýval jeho spojováním, tzn. zásadami montáže přírubového a bezpřírubového spoje. Poté jsem vylíčil zásady kotvení vzduchotechnického potrubí do stavebních konstrukcí. Zásady kotvení jsou uvedeny pro v praxi nejpoužívanější druhy závěsů (L závěsy, Z závěsy, V závěsy, ale také pro objímky a montážní profily) v závislosti na tvaru průřezu potrubí. Vzhledem k potřebě zamezit tepelným ztrátám a možnosti kondenzace vodní páry se na povrch potrubí ukládá izolace. V této podkapitole jsem rozčlenil druhy izolací v závislosti na druhu ochrany, kterou představují (tepelné izolace, akustické izolace, protipožární izolace). Jsou zde uvedeny montážní principy a zákonitosti jejich správné realizace. V poslední podkapitole montážní části jsem se zaměřil na problematiku v poslední době často zmiňovanou, a to na požární ochranu VZT potrubí. V principu požární ochrana v rámci vzduchotechniky řeší zabránění šíření požáru přes požárně dělící konstrukce. K tomuto účelu slouží požární ucpávky a klapky.

V poslední čtvrté části jsem předložil příklady reálných realizací požární klapky, izolace potrubí a kotvení vzduchovodu za pomoci montážního profilu. Na těchto příkladech jsou aplikovány zásady, jež jsem vyobrazil v montážní části.

Seznam citované literatury

1. Drkal, František. (2005). *K vývoji klimatizace (I)*. Získáno 25. února 2016, z tzb-info.cz: <http://www.tzb-info.cz/2547-k-vyvoji-klimatizace-i>
2. Drkal, František a Zmrhal, Vladimír. (2013). *Větrání*. Praha: nakladatelství ČVUT.
3. Frýba, Jiří a Toman, Stanislav. (2005). *Metodická pomůcka k činnosti autorizovaných osob- technika prostředí staveb zařízení vzduchotechniky*. Praha: Informační centrum ČKAIT.
4. Zmrhal, Vladimír a Petlach, Jiří. (2011). *Systémy větrání obytných budov*. Získáno 12. března 2016, z tzb-info.cz: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>

Seznam použité literatury

1. Bystřický, Václav a Pokorný, Antonín. (2006). *Technická zařízení budov – B*. Praha: Nakladatelství ČVUT
2. ČSN EN 13 501-1. (2007). *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb- Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
3. ČSN EN 15240. (2009). *Větrání budov - Energetická náročnost budov - Směrnice pro kontrolu klimatizačních systémů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
4. ČSN EN 15239. (2009). *Větrání budov - Energetická náročnost budov - Směrnice pro kontrolu větracích systémů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
5. Drkal, František a Zmrhal, Vladimír. (2013). *Větrání*. Praha: nakladatelství ČVUT
6. Drkal, František a Lain, Miloš a Zmrhal, Vladimír. (2015). *Klimatizace*. Praha: Nakladatelství ČVUT
7. Frýba, Jiří a Toman, Stanislav. (2005). *Metodická pomůcka k činnosti autorizovaných osob- technika prostředí staveb zařízení vzduchotechniky*. Praha: Informační centrum ČKAIT
8. ISOVER. *Technické izolace*. 2016. Dostupné na WWW: <http://www.isover.cz/ke-stazeni>
9. KlimatShop – Vzduchotechnika. *Spojování kruhového potrubí*. 2016. Dostupné na WWW: <http://klimatshop.sk/cs/80-spojovani-kruhoveho-potrubu>
10. Koverdinský, Vít. *Protipožární izolace vzduchovodů – část 2*. 2011. Dostupné na WWW: <http://vetrani.tzb-info.cz/7094-protipozarni-izolace-vzduchovodu-cast-2>
11. Toman, Stanislav. *Protipožární ochrana potrubních prostupů*. 2004. Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/2037-protipozarni-ochrana-potrubnich-prostupu>