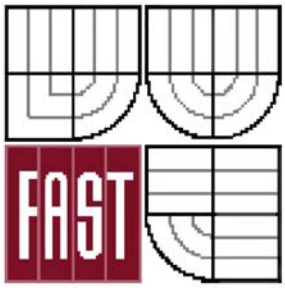


Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební

Studentská vědecká a odborná činnost
Akademický rok 2011/2012

Mikroskopické vláknité houby ve stavebních objektech

Jméno a příjmení studenta, ročník, obor: Bc.Zuzana Rácová, 5.ročník, C
Vedoucí práce: prof.Ing.Richard Wasserbauer, DrSc.
Katedra / Ústav: Katedra konstrukcí pozemních staveb

Obsah

Abstrakt 3
Abstract 3
1 Úvod 4
2 Objekt 4
2.1 Popis objektu 4
2.1.1 Technický popis 4
2.1.2 Poruchy objektu 5
3 Průzkum objektu 6
3.1 Metoda STĚR 6
3.2 Metoda OTISK 8
3.3 Výsledek průzkumu objektu 9
3.3.1 Mikroskopické vláknité houby zjištěné při průzkumu 9
4 Diskuze 12
4.1 Příčiny výskytu mikromycet 12
4.1.1 Obvodový plášť 13
4.1.2 Střešní plášť a detail římsy 13
4.1.3 Větrání 14
4.1.4 Dezinfekční zásah 15
5 Závěr 16
Příklady fotodokumentace k jednotlivým vzorkům 17
Literatura 20

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou příčin a prevencí výskytu, zkoumáním, sanací a vlivem mikroskopických vláknitých hub ve stavebních objektech na člověka. Dále zkoumá vybraný objekt, určuje rody vyskytujících se plísní, uvádí rizika s tím spojená a zdravotní problémy uživatelů bytů, hledá příčiny výskytu plísní a navrhuje jejich řešení.

Abstract

The thesis is focused on questions of appearence, prevention, researching, decontamination and influence of microscopical filamentous funguses on human's body. There is the research of the selected building and it determinates which types of moulds are in, finds causes of appearence and its solutions. It also gives hazards which are gathered together with health troubles of occupiers.

1 Úvod

Mikroskopické vláknité houby obývají naši planetu přibližně 300 milionů let. Člověk se je během své existence naučil využívat ve svůj prospěch a to především v potravinářství a medicíně. Na druhé straně člověk zapříčinil zvýšený výskyt plísní narušením biologické rovnováhy v přírodě. Plísně jsou nebezpečné především pro zdraví člověka, ale také pro postižené materiály. Problém výskytu plísní a jeho vliv na vnitřní prostředí obytných budov bývá často podceňován a naráží na neinformovanost veřejnosti. Ta se pak bezmyšlenkovitě snaží řešit problém nevhodnými a často málo efektivními způsoby.

Výběr tématu byl způsoben především zaznamenáním zvýšené přítomnosti plísní v řešeném objektu, který je zároveň i mým bydlištěm, a obavami z toho, co všechno mohou způsobit.

Likvidace plísní je aktuální problematika, neboť podmínky pro růst a rozvoj plísní jsou v současnosti nanejvýš příznivé. Plísně svojí činností poškozují nejrůznější materiály a škodlivě působí také na lidské zdraví, proto je nutné zamezit jejich dalšímu šíření.

Cílem práce je analyzovat druhy plísní vyskytující se v objektu a rizika, která sebou přináší. Dále nalézt možné příčiny jejich výskytu a nalézt řešení, která by vedla k odstranění tohoto problému a zabránila novému rozvoji plísní v objektu.

V této práci se zabývám objektem, který byl po vizuální kontrole shledán jako vhodné útočiště pro výskyt a následný rozvoj plísní. Dále kvalitativním určením vyskytujících se rodů mikromycet, rizikem, které představují, nalezením možných příčin jejich výskytu a hledáním řešení, jak tyto příčiny odstranit a následně navržením takových prvků, které by měly dalšímu výskytu zabránit.

2 Objekt

2.1 Popis objektu

Řešeným objektem je pětipodlažní bytový dům situovaný v severní části města Litvínov. Objekt obsahuje 78 bytových jednotek a sestává ze třech dvojsekcí TO2B. Průzkum objektu proběhl ve střední dvojsekci.

2.1.1 Technický popis

Základy pod obvodovými, příčnými a středními zdmi jsou z prostého betonu.

Zdivo krytů je z prostého betonu B 105. Obvodové a příčné zdi suterénu jsou z plných cihel velkého formátu P 100 M 10. Pilíře střední zdi jsou z kvádrů z dusaného betonu B135. V nadzemních podlažích je zdivo obvodové z cihel CDm.

Komíny jsou vyzděny z cihel CDm, velikost průduchu je 125x125 mm.

Stropy o světlém rozponu 5000 mm jsou provedeny ze železobetonových dutinových panelů tloušťky 225 mm a šířky 1000 mm. Na obvodových, středních, schodišťových a štítových zdech jsou monolitické věnce, lemované na obvodových zdech prefabrikovanými věncovkami průřezu 125 x 225 mm. Spáry mezi panely jsou vyplněny betonovými zálivkami.

Střech je plochá.

Větrání WC a koupelen je společné nucené pomocí elektrického osového ventilátoru, který je umístěn v instalační šachtě každého bytu. Větrací kanál tvoří

dutina stropního panelu vyvedená do průčelí pomocí zvláštní tvárnice. Větrání spížních skříní je samotížné s přívodem a odvodem vzduchu do průčelí pomocí tvárnic. Kryty mají samostatnou filtrovou ventilaci.

Obr. 1: Severozápadní pohled na řešený objekt

2.1.2 Poruchy objektu

Vady objektu zahrnují výskyt mikroskopických vláknitých hub v suterénních bytech a bytech v nejvyšších podlažích. Závadou ve sklepních prostorech je pak také přítomnost dřevokazné houby koniofory sklepní na dřevěném rámu dvou sklepů. I když je to velmi závažný problém (z hlediska zdravotního i nutné sanace), který byl zjištěn v souvislosti s průzkumem k této práci, tato práce se dřevokaznými houbami nezabývá, a proto se dále této problematice nebudu věnovat.

Viditelné spáry mezi stropními panely představovaly ještě před čtyřmi lety cestu pro srážkovou vodu ze střechy do obytných místností bytů v nejvyšším podlaží.

Obr. 2: Koniofora sklepní (Coniophora puteana) focená ve sklepech objektu

Obr. 3: Ostění okna s výskytem mikromycet

3 Průzkum objektu

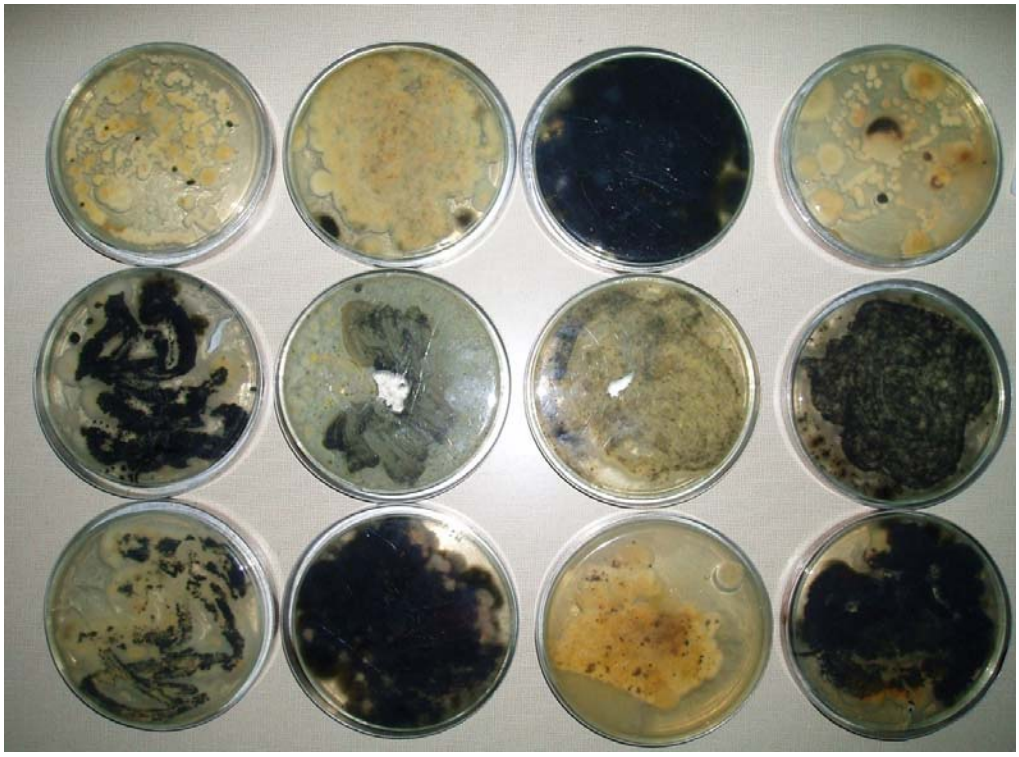
Při mikrobiologickém průzkumu byly použity kromě vizuální kontroly dvě další metody, jedna ze skupiny otiskových a druhá ze skupiny stěrových metod. Kromě průzkumu zasažených míst byly zjišťovány zdravotní komplikace nájemníků bytu, které by mohly mít souvislost s výskytem plísní.

3.1 Metoda STĚR

Před samotnými odběry vzorků v objektu jsem si připravila odběrný box, který obsahoval zkumavky s odběrovými tyčinkami, 12 Petriho misek s agarem, a blok pro poznámky a zakreslení odběrových míst. Odběrové tyčinky jsem připravila ze špejlí a vaty omotané okolo. Tyčinky se vložily do čistých skleněných zkumavek, ty se zazátkovaly stočeným papírem a zabalily do aluminiové fólie. Živnou půdu jsem si připravila dvakrát smícháním 4,8g prášku agaru se sladinovým extraktem a 100 ml destilované vody v Erlenmeyerově úzkohrdlé skleněné baňce uzavřené papírem a zakryté fólií. Tyčinky i baňky byly uloženy do autoklávu na 20 minut při tlaku 1,5 ATM, aby byly sterilní. Následně se částečně vychladlý agar rozlije do sterilních Petriho misek, ty se také opatřily aluminiovou fólií a byly i s tyčinkami přemístěny do zkoumaného objektu.

Obr. 4: Autokláv se živnou půdou a zkumavkami se štětičkami

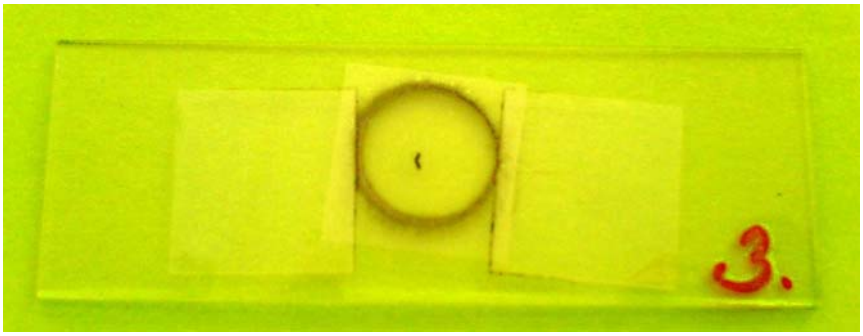
Odběry mikroskopických vláknitých hub v objektu byly provedeny následovně. Sejmula jsem fólii, vyjmula odběrnou tyčinku ze sterilní zkumavky, vatovou část jsem opařila vrstvou agaru, který byl uchován v Petriho misce tak, že jsem přejížděla štětičkou po vrstvě agaru v misce. Takto připravenou tyčinkou jsem snímala vzorek ze stěny z plochy o velikosti přibližně 10x10cm otáčením tak, aby byl využit celý povrch štětičky. Na vrstvu agaru v misce (bylo ji nutné otevírat jen na nezbytně nutnou dobu, aby nedošlo ke kontaminaci ze vzduchu) jsem přenesla mikromycety z tyčinky a pak ji uzavřela. Tyčinku jsem pak vrátila zpět do zkumavky a uzavřela. Na jeden vzorek jsem vždy použila jednu tyčinku a jednu misku, opatřila je stejným číselným popisem, zakreslila do půdorysného schématu a opět zabalila do fólie. Zkumavky ve fólii jsem uložila do lednice s teplotou 5°C pro zachování vzorku pro případnou opravu. Misky byly ponechány pět dní při pokojové teplotě a poté přeneseny do laboratoře, kde byla provedena kontrola růstu mikromycet. Vývoj hub byl shledán jako dostatečný a misky v aluminiové fólii byly na týden uloženy do lednice, aby nedocházelo k dalšímu růstu.



Obr. 5: Petriho misky ze spodní strany se vzorky po přenesení do laboratoře

Obr. 6: Otevřené Petriho misky se vzorkem č.1 po přenesení do laboratoře

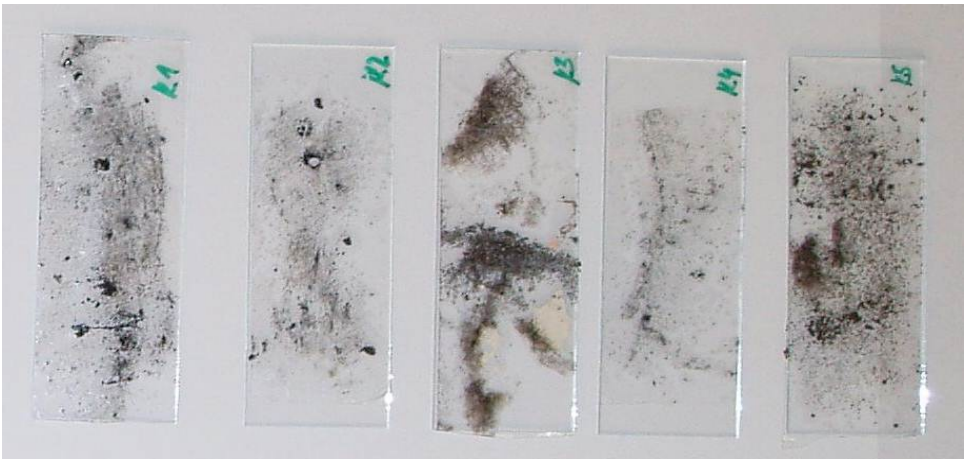
Po týdnu jsem vzorky z lednice vyjmula a provedla vyočkování na pevné půdy. Jako živná půda byl k účelu vyočkování použit minerální roztok podle Czapka Doxe, ten jsem získala smícháním 2,4 g prášku pro přípravu tohoto roztoku s 50 ml destilované vody. Tři dávky takto připraveného roztoku, špičky pro automatické pipety, 20 laboratorních podkladních sklíček a 65 krycích sklíček (uložených do Petriho misek) jsem nechala půl hodiny v autoklávu při tlaku 1,5 ATM. Po vyjmutí a vychladnutí jsem si připravila pipety, pinzety, laboratorní jehly a lihový kahan. Veškerá následna manipulace se sklíčky a vzorky probíhala pomocí pinzet a jehel, které se před každým úkonem opálily na d kahanem. Na podkladní sklíčko jsem položila dvě sklíčka krycí přibližně 1 cm od sebe, do mezery mezi sklíčka jsem pipetou umístila kapku s agarem. Jehlou jsem z misek odebrala vzorek o velikosti asi 1mm^2, přenesla jej do kapky a kapku se vzorkem přikryla třetím krycím sklíčkem. Takto připravená sklíčka jsem se zajištěním vlhkého prostředí uložila na týden do termostatu s teplotou 27 °C. Zde došlo k dalšímu růstu mikromycet a bylo možné sledovat vzorky pod mikroskopem.



Obr. 7: Vzorek připravený pod mikroskop po týdnu v termostatu

3.2 Metoda OTISK

Při použití této metody jsem použila nepřímý postup. Příprava pro odběr vzorků byla značně jednodušší než u již výše zmiňované metody. Přichystala jsem si podkladní sklíčka v původním obalu, považovala jsem je za sterilní, průhlednou lepicí pásku šířky přibližně stejné jako šířka byla sklíčka. Při odběru se lepicí páska přitiskla na vyšetřovanou stěnu v oblasti výskytu mikroskopických vláknitých hub a pak jsem ji nalepila na sklíčko. Tyto vzorky by bylo možné ihned zkoumat pod mikroskopem.



Obr. 8: Vzorky získané nepřímou otiskovou metodou

3.3 Výsledek průzkumu objektu

Této části uvádím výsledky získané stěrovou metodou. Označení odběrných míst v půdorysném schématu objektu souhlasí s označením v tabulce s charakteristikou odběrových míst, ta obsahuje kromě určení místa odběru také zdravotní komplikace uživatelů bytů, které mohou souviset s výskytem mikroskopických vláknitých hub.

Tab. 1 Charakteristika odběrových míst

Označení bytu/ místa	A		B	C			D	E		F		G
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
místnost	Ob	Dp	Ob	Ks	Ob	L	Sk	Ks	Ks	L	Ks	Ks
zeď	jih	jih	jih	sever	jih	sever	vnitřní	sever	sever	sever	sever	jih
patro	4.	4.	S	4.	4.	4.	S	4.	4.	4.	4.	4.
zatékání	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Zdravotní potíže	**A**		**A**	**A+D**			**-**	**A+D+R**		**D**		**A**

Legenda: Ks….kuchyň, spíž; Ob…obývací pokoj; Dp…dětský pokoj; A…alergie; jih…jižní obvodová stěna; sever…severní obvodová stěna; L……ložnice; R… rizikové těhotenství; S…suterén; Sk….sklep; D…onemocnění dých. cest

Obr. 9: Půdorysné schéma 4. NP s vyznačenými odběrnými místy

3.3.1 Mikroskopické vláknité houby zjištěné při průzkumu

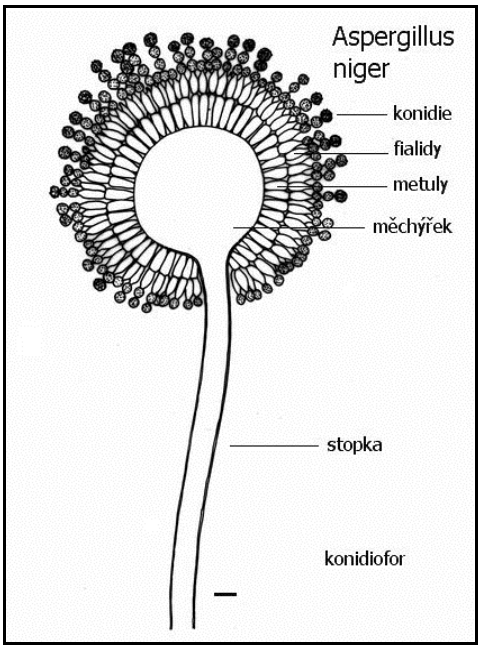
Na tomto místě uvádím zástupce rodů plísní zjištěných při průzkumu, jejich stručnou charakteristiku a především jestli a jak jsou pro člověka nebezpečné. K určování jsem použila příručku k určování nejvýznamnějších druhů plísní [8] a atlas [9].

Alternaria alternata

Patří mezi oportunní patogeny, způsobuje např. kožní léze, dále sennou rýmu a vede k astmatu.

Aspergilus niger

Rychle rostoucí černé kolonie, černé víceméně kulovité konidie. Dlouho byl považován za netoxinogenní, avšak v 90. letech byla u několika kmenů zjištěna produkce mykotoxinu ochratoxinu A. Často bývá izolován z klinického materiálu. U slabších jedinců způsobuje aspergilosu, zánět průdušek, vyskytuje se i v centrálním nervovém systému a trávicí soustavě.



Obr. 10: Perokresba Aspergilus niger

Aureobasidium pollulans

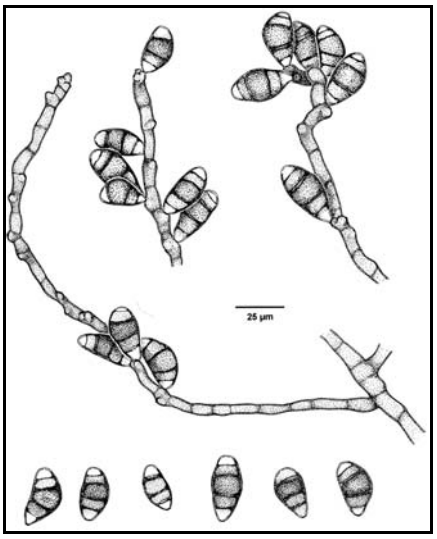
Porost v mládí bílý, později tmavne až černá. Byl izolován z lidského těla v souvislosti s kožním onemocněním. Způsobuje astma a mykózy kůže a nehtů.

Cladosporium fulvum

Ponořené mycelium temně hnědé, vzdušné mycelium bílé nebo žluté až žlutohnědé, výjimečně fialové. Tento druh napadá rajská jablíčka ve sklenících a způsobuje u nich difúzní listovou skvrnitost. U lidí vyvolává tento druh alergické potíže dýchacích cest.

Curvularia lunata

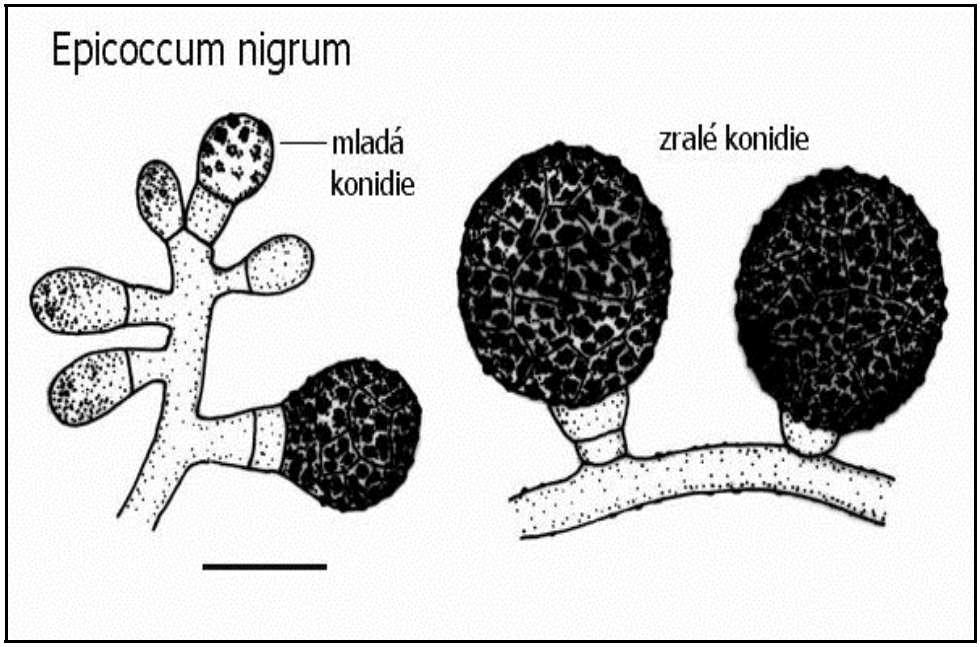
Tvoří hnědé nebo černé plstnaté porosty. Vyskytuje se saprofyticky na mnoha druzích rostlin. Způsobuje dýchací problémy a hluboké kožní záněty.



Obr. 11: Perokresba Aspergilus niger Perokresba Curvularia lunata [14]

Epicoccum nigrum

Saprotrofní mikromycet osidlující především mrtvý rostlinný substrát. Bývá však izolován také z půdy, z obilovin, a zřídka i z lidské kůže nebo ze sputa.



Obr. 12: Perokresba Epicoccum nigrum [14]

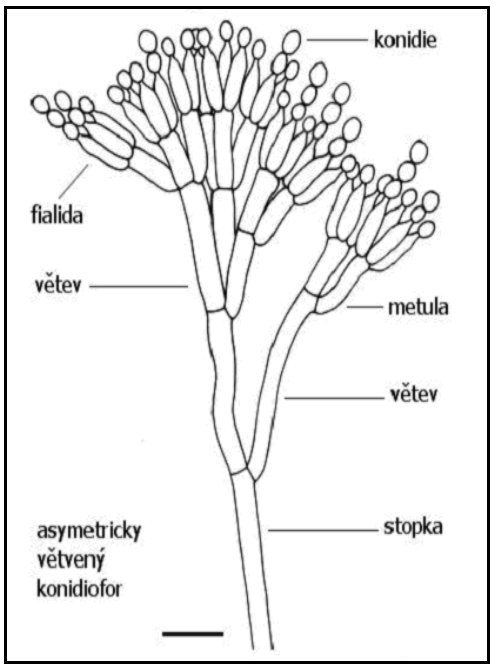
Penicillium biverticilata

Kontaminuje potraviny rostlinného i živočišného původu, krmiva i různé suroviny. Vyskytuje se také často na zaplísněných stěnách. Je schopen produkovat antibiotikum penicilin. Byl zaznamenán jako původce různých typů mykóz u člověka. Kontaminant potravin. Producent mykotoxinu rugulosinu.

Pithomyces chartarum

Je jediným druhem rodu. Produkuje velmi silné toxiny – sporidesminy, vyvolávajíc onemocnění u dobytka, který se na pastvě dostane do styku s napadenými uschlými travinami. U ovcí byla na Novém Zélandě zjištěna kožní

nemoc, zvaná ekzema facite, která se vyskytuje na hlavě těchto zvířat. Onemocnění je smrtelné. U krav, které přišly na pastvě do styku s touto houbou, se nejprve snižuje produkce mléka, později se na hlavě objeví červené skvrny. U lidí způsobuje kožní ekzémy.



Obr. 13: Perokresba Penicillium nigrum [14]

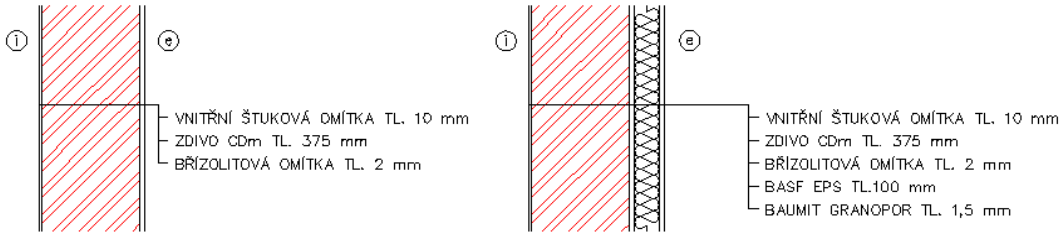
4 Diskuze

4.1 Příčiny výskytu mikromycet

Vzhledem k různým místům výskytu mikromycet v objektu usuzuji, že původcem tohoto jevu není pouze jediná příčina. K přesnému určení příčin by byl potřeba důkladnější průzkum a další měření a to jak za přítomnosti a běžného života uživatelů, tak také měření v bytech opuštěných. Už se podobně postupovalo při průzkumech panelových domů v minulosti. Tenkrát se ale nepřipouštěly konstrukční vady a nedostatky objektu, nýbrž jako viníci byli označováni uživatelé bytů s odůvodněním, že v objektech vaří, mají akvária, pěstují rostliny, perou prádlo a podobně [1]. Častým a v řešeném objektu jistě také možným problémem je skladba obvodového pláště (výskyt plísní na obvodových severních i jižních zdech), mohlo by se také jednat o tepelné mosty, to soudím především díky myceliím v blízkosti styku stropních panelů a obvodové stěny, na ostění oken a také s pravidelností v prostoru spížní skříně. Tento problém byl řešen a také početně potvrzen u některých systémů železobetonových prefabrikovaných objektů [7]. Určitou roli může také hrát zatékání střechou mezi stropními panely nejvyššího podlaží. Za výskyt plísní v suterénu by mohlo být původcem vzlínání zemní vlhkosti, ale protože se jedná pouze o ojedinělé jevy, kde zvýšenou vlhkost mohla také způsobit ve sklepě chybějící výplň okna v zimním období a v suterénním bytě havárie kanalizační šachty před budovou, nenavrhuji proto opatření proti vzlínání zemní vlhkosti.

4.1.1 Obvodový plášť

Abych mohla svůj názor potvrdit, posoudila jsem skladbu obvodové konstrukce v současném stavu. Ta se ukázala jako nevyhovující, nebyl splněn požadavek pro součinitel prostupu tepla (vypočtená hodnota: U = 1,39 W/m^{2}K, požadavek: U_N = 0,38 W/m^{2}K) ani požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí. Navrhla jsem tedy zateplení obvodového pláště tepelnou izolací expandovaným polystyrenem BASF EPS tl. 100 mm (U = 0,22 W/m^{2}K), toto řešení po posouzení vyhovuje i doporučené hodnotě U_D = 0,25 W/m^{2}K (Obr 13).



Obr. 14: Řez obvodovým pláštěm před a po zateplení

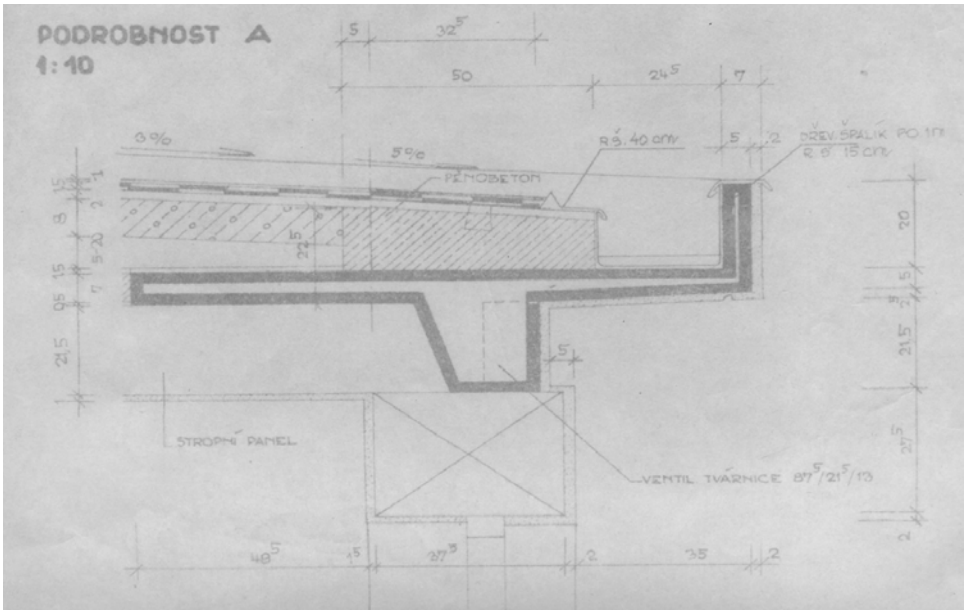
Tepelně technické posouzení bylo provedeno v programu Teplo 2010 pro stávající a nový stav. S problematikou zateplení objektu je potřeba řešit otázku, zda ponechat nebo zakrýt větrací otvory spížních skříní na fasádě [7]. Tyto otvory mohou být zdrojem dalších zárodků. Dále v kapitole 4.1.3 Větrání.

4.1.2 Střešní plášť a detail římsy

Při posuzování střešního pláště jsem vycházela z dostupné dokumentace, ale je pravdou, že se nejedná o aktuální skladbu (zjištěnou při vizuálním průzkumu střechy). Současnou skladbu neznám a po provedené rekonstrukci střešního pláště chybí i majiteli. Tato skladba se opět jeví jako nevyhovující a to i bez posouzení, do objektu totiž zatéká při větším množství srážkové vody a tajícího sněhu. Tepelně technické posouzení původního stavu ukázalo, že skladba je opravdu nevyhovující (vypočtená hodnota: U = 0,9 W/m^{2}K, požadavek: U_N = 0,24 W/m^{2}K). Vrchní vrstvy z asfaltových pásů jsou navíc značně degradované (Obr. 23). Navrhuji rekonstrukci střešního pláště tzv. střechu plus. Na stávající hydroizolační vrstvu se provede nová vrstva tepelné izolace a na ní vrstva izolační. V tomto případě opatřím stávající posuzovanou skladbu vrstvou tepelné izolace z expandovaného polystyrenu Rigips EPS 100 stabil S tl. 180 mm a vrstvou hydroizolační a ochrannou z asfaltových pásů: spodního Paradiene S R3 celoplošně nataveného na polystyren a vrchního asfaltového modifikovaného pásu SBS Supradial S pokrytého na vrchní straně ochrannou vzorovanou tepelně stabilní kovovou fólií z leštěného hliníku a opatřeného posypem z minerálního granulátu plnoplošně nataveného na pás Paradiene S R3 (vypočtená hodnota: U = 0,16 W/m^{2}K, požadavek: U_N = 0,24 W/m^{2}K, doporučená hodnota: U_N = 0,16 W/m^{2}K). Před započetím rekonstrukce je potřeba provést sondy skladby střešního pláště, následně reagovat a navrhnout nápravu.

Dalším problémem je detail římsy (Obr. 10), kde vzniká tepelný most a dochází ke kondenzaci vodních par. Tento detail je potřeba upravit například zabetonováním otvoru pro dešťový svod, vyplněním nadřímsového žlabu betonovou mazaninou, deskami EPS a nataveným vyztužujícím asfaltovým pásem Alu Villatherm, dále

provedením nové skladby střechy, osazením a napojením nového dešťového svodu provedením oplechování a překrytím asfaltovým pásem.



Obr. 15: Detail římsy

Obr. 16: Pohled na střešní plášť

4.1.3 Větrání

Samotné stavební úpravy by nezaručovaly ochranu před plísněmi, dále je nutné zajistit proudění vzduchu. Nejlepším řešením by byl automatizovaný systém s vyloučením lidského faktoru, který by byl schopen udržovat stabilní vlhkost a teplotu v objektu. Ale vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům od tohoto způsobu upouštím. Dalším problémem v souvislosti s větráním bytů je otázka, kam odvádět vzduch z místností. Zda využít stávající větrací otvory spížních skříní vyvedených na fasádu nebo instalační šachtu, kde je potrubí, kterým je odváděn vzduch z koupelny

a WC pomocí elektrického osového ventilátoru umístěného v instalační šachtě každého bytu. Využití otvorů na fasádě má svá určitá pro a proti. Pro využití hraje roli to, že se jedná o již existující otvory a nebylo by tedy potřeba velkých stavebních úprav. Potrubí z případně instalovaných digestoří v kuchyních by bylo vyvedeno právě tam. Na druhou stranu není možné provést tuto variantu ve všech bytových jednotkách, aniž by se vzduch odvedený ze spodních podlaží dostal k oknům a především uživatelům horních bytů. A pokud by se úprava provedla jen v bytech v posledním podlaží, narazili bychom také na negativní reakci, tentokrát od uživatelů spodních bytů, proč také oni nemají digestoře.

Odvod vzduchu z prostoru kuchyně bych provedla stávající instalační šachtou. Výhodami je opět to, že není potřeba vytvářet otvor ve stropě, dále blízkost šachty vůči kuchyni a možnost provést tuto variantu ve všech bytech. Navrhuji tedy provést jednotrubní větrací systém, kdy bude jedním potrubím odváděn vzduch z prostoru koupelny a WC a také z kuchyní. Výpočet venkovního vzduchu jsem provedla podle počtu osob. Na potrubí mezi byty a na jednotlivých odbočkách je nutné instalovat těsné zpětné klapky a na odbočkách talířový regulační ventil. Odváděcí potrubí je vyvedeno na střechu, má ve 4. NP dimenzi 250 mm a směrem ke spodním podlaží se zužuje. Velikost instalační šachty tuto úpravu umožňuje. Větrací otvory spížních skříní budou zrušeny a vyplněny tepelnou izolací. Větrání skříně budou zajišťovat úpravy dveří v oblasti prahu a nadpraží. Předejdeme tak možným problémům způsobených uživateli, kteří by mohli potraviny umisťovat těsně k otvorům apod. [7]. Přiváděný vzduch bude tvořit pouze vzduch venkovní proudící do místností okenní větrací štěrbinou.

4.1.4 Dezinfekční zásah

Odstranění plísní z vnitřního prostředí je konstrukční záležitostí, to znamená, že musí dojít k odstranění zdroje vlhkosti vhodným stavebně-technickým řešením. Dezinfekce budov je pak jenom doplňkovým řešením, které má na plísně a spory krátkodobý represivní účinek. Pokud se použijí pouze chemické přípravky bez odstranění příčin vlhkosti ve stavbě, dojde po určité době k novému rozvoji plísní. Navrhuji použít metodu chemické dezinfekce. V bytech s výskytem mikromycet navrhuji aplikovat roztok účinné látky na bázi aktivního chloru metodou postřiku. Ve sklepech pak expozici v atmosféře vypařovaného dezinfekčního přípravku nebo plynu (plynování, fumigace), kdy dojde k usmrcení plísní**.** Po dokončení dezinfekce se kontaminovaná místa a plochy setřou tkaninou smočenou v dezinfekčním přípravku, zbytky mycelia je možno odstranit i mechanicky vysáváním. Postup volíme vždy podle napadeného materiálu.

Zásady dezinfekce, které je nutné dodržovat:

Dezinfekci provádí odborně zaškolených pracovník (odborná firma), mající osvědčení o odborné způsobilosti pro dezinfekční činnost. Při práci s dezinfekčními přípravky se musí dodržovat pravidla ochrany zdraví a používat ochranné pracovní pomůcky (oděv, rukavice, brýle, respirátor). Bezpečnostní pravidla mají být uvedena v češtině na etiketě každého dezinfekčního výrobku. Pracovní roztoky je nutné připravovat přesným odměřením (odvážením) dezinfekčních přípravků do odměřeného množství vody či jiného rozpouštědla předepsaného výrobcem, a to těsně před dezinfekčním zásahem. Ředí se v pořadí kapalná fáze + dezinfekční přípravek.

Dezinfekční přípravky se používají v doporučených koncentracích a expozicích. Při práci je nutno postupovat podle návodu uvedeného na etiketě přípravku

a přihlédnout k propagačním materiálům. Zákazník si může vyžádat bezpečnostní listy a osvědčení o účinnosti přípravku. Přípravky je nutno aplikovat podle postupu a metody doporučených výrobcem. Látky uvolňující se do vnitřního ovzduší nesmí překročit doporučené limity. Zbytky dezinfekčních přípravků a obaly se zneškodňují podle doporučení výrobce, které je uvedeno na etiketě a v bezpečnostním listě výrobku [4].

5 Závěr

Při průzkumu vybraného objektu byly použity dvě metody, otisková a stěrová. V objektu byla zjištěna přítomnost mikroskopických vláknitých hub (Alternaria alternata, Aspergilus niger, Aureobasidium pollulans, Cladosporium fulvum, Curvularia lunata, Epicoccum nigrum, Penicillium biverticilata, Pithomyces chartarum) způsobujících takové zdravotní problémy, které byly zjištěny i u uživatelů bytů. Je tedy na místě mluvit o zdravotní závadnosti budovy. Za výskytem plísní v objektu stojí více příčin a to nedostatečný tepelný odpor obvodového a střešního pláště, nedostatečná výměna vzduchu, zatékání deště porušenou střešní krytinou, poruchy rozvodu vody a chybějící výplň okna v prostoru sklepů. Zdroji vlhkosti jsou v tomto případě především kondenzace vody na vnitřní straně povrchu konstrukce, zatékání dešťové vody, zatékání sanitárních instalací a také činnost související s provozem budovy. Více příčin si žádá více řešení. Navrhla jsem zateplení obvodového pláště expandovaným polystyrenem BASF EPS tl. 100 mm a rekonstrukci střešního pláště přidáním vrstvy tepelné izolace z expandovaného polystyrenu Rigips EPS 100 stabil S tl. 180 mm a vrstvou hydroizolační a ochranné z asfaltových pásů: spodního Paradiene S R3 celoplošně nataveného na polystyren a vrchního asfaltového modifikovaného pásu SBS Supradial S pokrytého na vrchní straně ochrannou vzorovanou tepelně stabilní kovovou fólií z leštěného hliníku a opatřeného posypem z minerálního granulátu plnoplošně nataveného na pás Paradiene S R3. Návrh vyhovuje doporučeným hodnotám prostupu součinitele tepla U [20]. Dalším opatřením je úprava detailu římsy, který se jeví jako tepelný most, pomocí zabetonování otvoru pro dešťový svod, vyplnění nadřímsového žlabu betonovou mazaninou, deskami EPS a nataveným vyztužujícím asfaltovým pásem Alu Villatherm, dále provedení nové skladby střechy, osazení a napojení nového dešťového svodu, provedení oplechování a překrytí asfaltovým pásem. Vznikne tak detail, kde nedochází ke kondenzaci vodní páry. Dále jsem navrhla v bytech jednotrubní větrací systém zajišťující odvod vzduchu, přívod vzduchu zajišťují okenní větrací štěrbiny. Tak dojde k proudění vzduchu a snížení rizika vzniku plísní. Provede se instalace digestoří do kuchyní a jejich napojení na jednotrubní systém. Odváděcí potrubí má v bytě ve 4. NP dimenzi 250 mm. Doplňkovým řešením je aplikace chemické dezinfekce v bytech postřikem roztokem účinných látek na bázi aktivního chlóru a ve sklepech expozicí v atmosféře vypařovaného dezinfekčního přípravku nebo plynu (plynování, fumigace), čímž dojde k usmrcení plísní. Aby všechna tato opatření byla účinná, je nutné informovat nájemníky, jak užívat byt tak, aby příliš nezvyšovali vlhkost vnitřního prostředí např. větráním při praní a sušení prádla, zapínáním digestoří a ventilátorů, pravidelným odnášením domovních odpadků, nezanecháváním volně ležících potravin (vždy se musí zakrýt), odstraněním potravin napadených plísněmi (marmelády, džemy, kompoty, šťávy, chleba, sušená mléka, ovoce atd.), vždy je vyhodit i s jejich obaly do kontejneru, pravidelným odmrazováním chladniček a mrazniček a jejich mytím vhodným dezinfekčním přípravkem apod.

Po provedení všech úprav, aplikace dezinfekce, a pokud se budou uživatelé bytů chovat podle doporučených pokynů, sníží se riziko výskytu plísní v objektu na minimum. Aby byl celý systém opravdu účinný, je nutné provést tyto úpravy v celém objektu a ne pouze ve střední dvojsekci, kde probíhal intenzivnější průzkum.

Příklady fotodokumentace k jednotlivým vzorkům

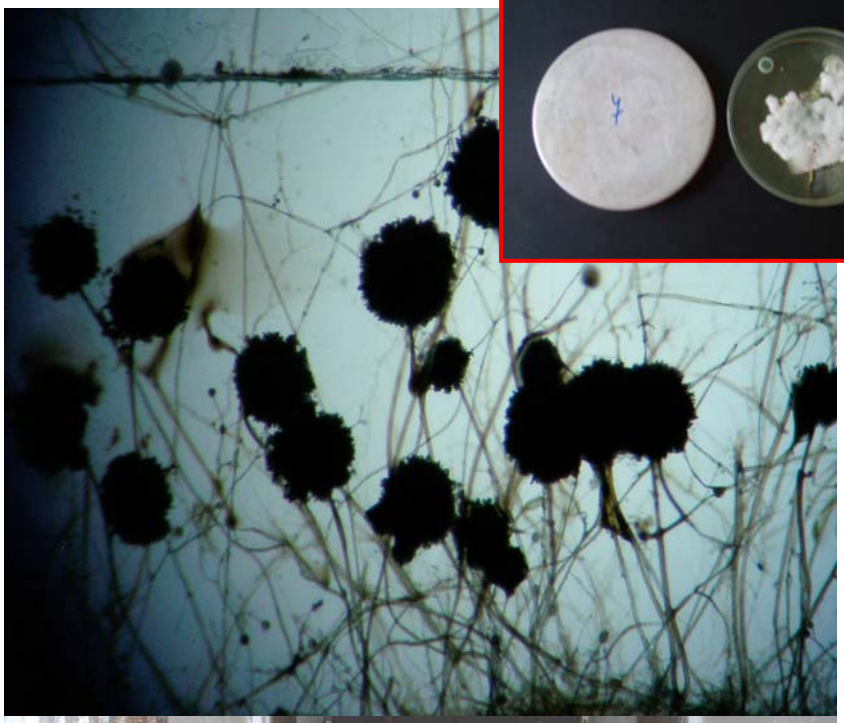
Vzorek č.1

- byt A, obývací pokoj, 4. NP, jižní fasáda, pod topením

Penicillium biverticilata symetrica

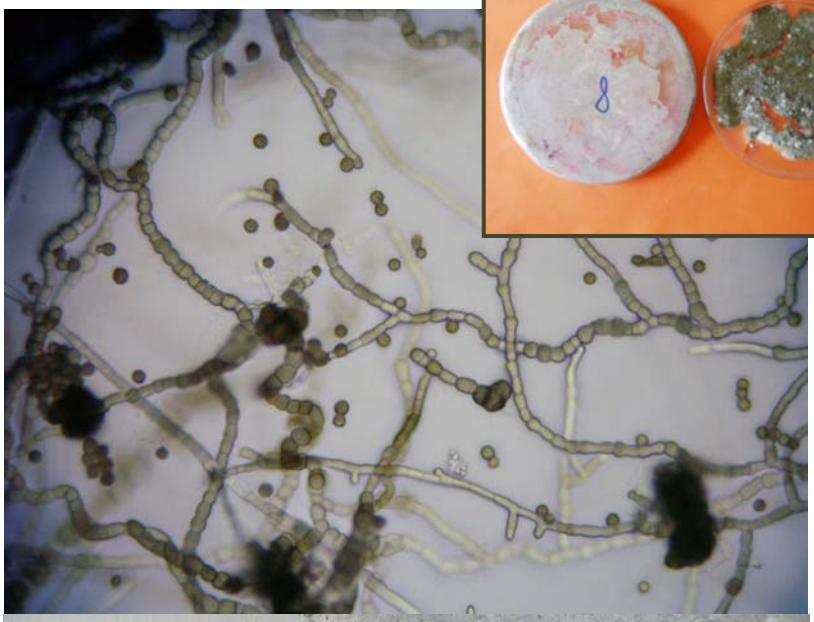
Vzorek č.7

- sklep D, SUTERÉN, vnitřní stěna, 5 cm nad podlahou
- **Aspergilus niger**



Vzorek č.8

- byt E, kuchyň – místo, kde původně byla spížní skříň, 4. NP, severní fasáda, vnější stěna
- **Aureobasidium**



Literatura

[1] Wasserbauer, R.: Biologické znehodnocení staveb. ABF, Praha, 2000, ISBN 80-86165-30-2

[2] Wasserbauer, R.: Sdělovací technika 34, 344, 1986

[3] Čejka, T., Wasserbauer, R., Witzany, J., Zigler, R.: PDR - Poruchy, degradace, rekonstrukce. České vysoké učení technické v Praze, 2010, ISBN 978-80-01-04488-9

[4] Paříková, J., Kučerová, I.: Jak likvidovat plísně. Grada Publishing, spol. s r.o., Praha, 2001, ISBN 80-86-364-54-2

[5] Kučera, P.: Sanace plísní v bytech. Informační centrum ČKAIT, s.r.o. Praha, 2001

[6] Klánová, K.: Historie a standardizace hodnocení koncentrací bakterií a plísní v ovzduší. Tepelná ochrana budov. 2008, roč. 11, č. 1, s. 23-25. ISSN 1213-0907

[7] Panovec, V.: Větrání spížních skříní. Tepelná ochrana budov. 2008, roč. 11, č. 2, s. 19-25. ISSN 1213-0907

[8] Fassatiová, O.: Plísně a vláknité houby v technické mikrobiologii. SNTL, Praha, 1979

[9] http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/mikr.htm

[10] http://botany.natur.cuni.cz/cs/atlas-mikroskopickych-saprotrofnich-hubscomycota-2006

[11] http://www.prazskapetka.cz/node/1568

[12] http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl

[13] http://coproweb.free.fr/mycoweb/descript.htm

[14] http://www.mycology.adelaide.edu.au

[15] http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125eeb2/cviceni/uloha_2/podklady_studenti.pdf

[16] http://www.bristec.cz/p/vetrani/

[17] http://www.awal.cz/index.asp? rekonstrukce_a_sanace

[18] http://www.icopal.cz

[19] ČSN 73 4301 Obytné budovy

[20] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

[21] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

[22] ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení. Všeobecná ustanovení