

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



Jakub Mičín

Ochrana prostupů stavebními konstrukcemi

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Hlava, PhD.

Praha 2016

Prohlášení

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

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Jaroslavu Synkovi za odborné vedení, rady a pomoc při psaní této práce.

Dále patří mé díky lidem, kteří mi pomohli, když jsem se na ně obrátil s otázkami ohledně tématu této práce. Mezi ně patří především Ing. Michal Jirát, Ing. Martin Černý, PhD., Ing. Štěpánka Tomanová, Dr Steve Burroughs a Dr Jane Matthews.

V neposlední řadě děkuji mé rodině a přítelkyni za podporu během celého studia a za trpělivost, kterou se mnou měli.

Anotace

Ochrana prostupů stavebními konstrukcemi

V bakalářské práci se autor zabývá problematikou těsnění prostupů stavebními konstrukcemi. Práce podává informace o možnostech a způsobech těsnění prostupů, zejména inženýrských sítí. Okrajově autor řeší i těsnění prostupů vzduchotechniky a dilatačních spár. První část práce se zabývá nepožárním těsněním prostupů, tzn. těsněním zajišťujícím vodotěsnost a plynotěsnost prostupů. Druhá část práce je věnována požárním ucpávkám a těsnění. Tato část má za úkol seznámit čtenáře se základy požární bezpečnosti staveb a s možnostmi požární ochrany prostupů. V závěrečné části autor píše o řešeních těsnění prostupů na konkrétních stavbách, z pohledu technického a ekonomického. Věnuje se taktéž ukázkám špatných realizací požárních ucpávek.

Klíčová slova

prostupy inženýrských sítí, dilatační spáry, těsnění prostupů, protipožární ucpávky, požární bezpečnost staveb

Annotation

Protection of penetrations in building constructions

In the thesis the author deals with issues of sealing of penetrations in building constructions. The thesis gives informations about options and ways to seal penetrations, especially pipelines and cables. Author also slightly deals with sealing of penetrations of ventilation lines and expansion joints. First part of the thesis deals with non-fire penetrations seals, ie. seals that makes penetrations watertight and gas-tight. The second part is about firestops. This part familiarizes the reader with basics of fire safety of buildings and with options of fire protection of penetrations. In the last part author writes about solutions of realizing firestops on specific buildings from technical end ekonomical point of view. He also shows some examples of defects on realized firestops.

Key words

penetrations of pipelines and cables, expansion joints, penetrations seals, firestops, fire safety of buildings

Obsah

Úvod.....	8
1. Prostupy stavebními konstrukcemi	9
1.1 Co jsou to prostupy stavebními konstrukcemi	9
1.2 Druhy prostupů stavebními konstrukcemi	9
1.3 Důvod kvalitní ochrany prostupů stavebními konstrukcemi	10
1.3.1 Těsnění montážní PUR pěnou a nebezpečí hladkého potrubí.....	10
1.3.2 Těsnící systémy	11
2. Ochrana prostupů proti tlakové a netlakové vodě.....	13
2.1 Prostupy v bílé vaně	13
2.1.1 Jádrové vrtání	14
2.2 Prostupy v černé vaně	15
2.3 Těsnící vložky	17
2.4 Prostupy hladkého potrubí - KG systém	17
3. Ochrana prostupů v požárně dělicích konstrukcích	19
3.1 Požární bezpečnost staveb.....	19
3.1.1 Pasivní systémy požární bezpečnosti	20
3.1.2 Požární riziko a požární úseky	21
3.1.3 Hořlavost a požární odolnost	23
3.2 Těsnění prostupů instalací požárně dělicími konstrukcemi	26
3.2.1 Legislativa a normy	26
3.2.2 Zkoušky požární odolnosti prostupů instalací.....	30
3.2.3 Montáž a kontroly požárních těsnění instalací.....	32
3.2.4 Systémové požární ucpávky.....	34
3.2.5 Problémy v projektování a realizaci ucpávek instalací.....	48
3.3 Protipožární těsnění dilatačních a pracovních spár	49

3.4 Požární ochrana prostupů vzduchotechniky (VZT)	51
3.4.1 Normy a základní požadavky na prostupy vzduchotechniky.....	52
3.4.2 Prvky protipožární ochrany prostupů vzduchotechniky	54
3.5 Ukázky chybných řešení ucpávek	57
4. Příklad špatného řešení dilatační spáry z praxe	60
5. Požární ucpávky bytového komplexu v Kobylicích.....	64
6. Závěr	69
7. Seznam použité literatury.....	70
8. Seznam obrázků	73
9. Seznam tabulek	77



Úvod

Bakalářská práce pojednává o možnostech a způsobech utěsnění prostupů ve stavebních konstrukcích. Jedná se zejména o prostupy potrubí kanalizace a vodovodu, elektrických kabelů a vzduchotechniky. Zaměřuje se na obecné shrnutí informací o utěsňování prostupů, na problematiku prostupů, rozdělení jednotlivých možností těsnění prostupů a na konkrétní příklady z praxe. Největší část je věnována požárním ucpávkám a těsnění.

Toto téma mne začalo zajímat během mého bakalářského studia na Fakultě stavební, ČVUT v Praze. V průběhu mého studia nebyl na danou problematiku brán velký ohled, a proto jsem o tomto tématu neměl dostatek informací. Řešil jsem spoustu úloh a projektů, kde jsem navrhoval vedení inženýrských sítí, jejich dimenze, materiál atd. Když však došlo na prostupy těchto sítí stavebními konstrukcemi, nikdy jsem tomu nevěnoval žádnou větší pozornost. Vedení potrubí jsem navrhoval skrz různé typy konstrukcí a vůbec nepřemýšlel o následcích, které může špatné utěsnění otvorů mít. Bohužel takto postupovala i většina mých kolegů.

Právě tyto mé zkušenosti a zájem o dané téma mne vedli k tomu, abych se na tuto problematiku podíval blíže. V mé bakalářské práci bych chtěl tuto často opomíjenou problematiku shrnout a přiblížit ji nejen studentům, ale i všem ostatním. Ať už se jedná o těsnění zajišťující plynotěsnost, vodotěsnost nebo především o protipožární ucpávky, může mít jejich špatné provedení fatální následky jak na životnost stavby, tak i na naše zdraví. V praxi totiž, bohužel, dochází k velmi špatným a nekvalitním realizacím těchto těsnění a ucpávek. Je to způsobeno zejména snahou investora co nejvíce snížit cenu projektu, ale také nedostatečnou vzdělaností projektantů, nebo nedostatečnou kvalifikací pracovníků na stavbě.

Cílem této práce je upozornit na problematiku těsnění prostupů v praxi a poukázat na to, že těsnění prostupů je potřeba věnovat daleko větší pozornost, než tomu v některých případech bývá.



1. Prostupy stavebními konstrukcemi

1.1 Co jsou to prostupy stavebními konstrukcemi

Prostupy pro kabely a potrubí bývají často nazývané také jako průchodky. Z technického hlediska ovšem toto označení není úplně přesné. Prostupy jsou těsnícím prvkem, který ochraňuje průchody kabelů a potrubí stavebními konstrukcemi proti vniknutí nežádoucích živlů do objektu, ale i proti jejich šíření uvnitř objektu. Aplikují se tedy v místech, která narušují celistvost stavebních konstrukcí a kde je zvýšené riziko netěsností. Nemusí se jednat pouze o průchod potrubí a kabelů, i když jsou to dva nejčastější případy. Může se jednat také o průchod vzduchotechniky, nebo o dilatační, či pracovní spáry ve stavebních konstrukcích. Tato místa bývají např. při požáru zdrojem jeho největšího šíření. Těsnění prostupů samozřejmě nechrání objekt pouze před šířením požáru, ale zajišťuje i komplexní ochranu proti průsaku vody a vlhkosti, průniku prachu a hluku, nebo průniku nebezpečných plynů.

1.2 Druhy prostupů stavebními konstrukcemi

Rozdělení prostupů není pevně dané. Prostupy se dají rozdělit hned z několika různých hledisek. Nejčastěji se používají dvě základní rozdělení:

1. podle konstrukce, ve které se prostupy realizují:
 - Prostupy bílou vanou
 - Prostupy černou vanou
 - Prostupy požárně dělicími konstrukcemi
2. podle média, které je skrze prostupy vedeno:
 - Prostupy potrubí (kanalizace, plyn, vodovod)
 - Prostupy kabelů
 - Kombinované prostupy (potrubí + kabely)
 - Prostupy vzduchotechnického vedení

Specifickým případem prostupů jsou dilatační spáry. Jsou to spáry mezi dvěma stavebními částmi, které umožňují jejich objemové a délkové změny způsobené rozdílnými materiály nebo změnou teplot. Z pohledu stavební terminologie se spáry do prostupů nezařazují. Ovšem z důvodu narušování celistvosti konstrukce a nutnosti



těsnění těchto spár, podobně jako prostupů, se do této kategorie mohou taktéž zahrnout.

1.3 Důvod kvalitní ochrany prostupů stavebními konstrukcemi

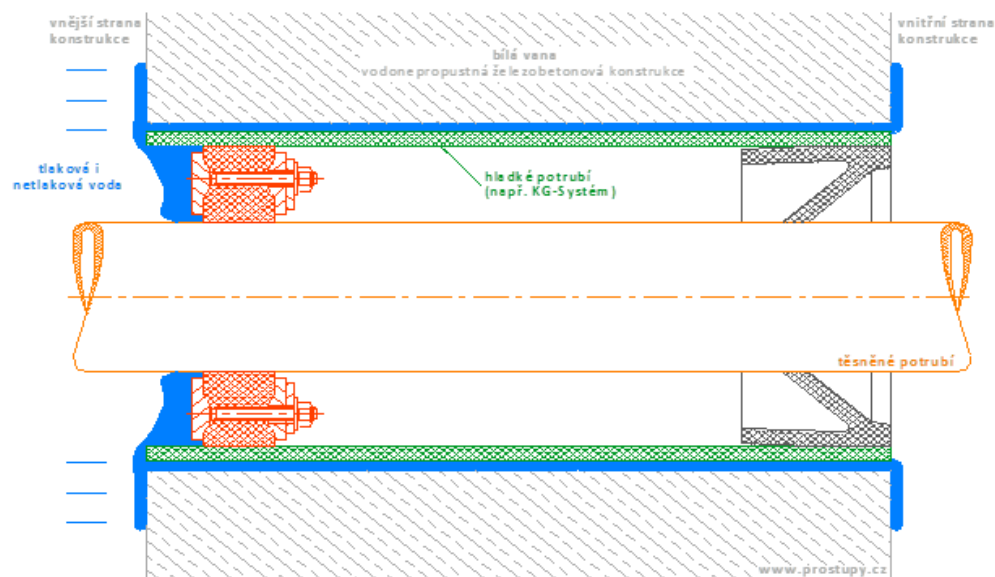
Prostupy potrubí a kabelů stavebními konstrukcemi jsou projektanty často řešeny jen okrajově a návrhům správného provedení prostupu není věnována dostatečná pozornost. Na stavbách poté dochází k improvizacím. Zkušenosti mnoha odborníků ukázaly, že se na stavbách používají řešení nevhodným způsobem (např. montážní pěny), nebo za použití levnějších, ale nekvalitních materiálů. Tyto špatná řešení poté nedokáží plnohodnotně plnit svoji těsnicí funkci a následně dochází k pronikání spodní vody a vlhkosti do objektů. Nejlevnější řešení jsou pak pro novostavby a rekonstrukce zároveň tím nejdražším. Krátký životní cyklus takto vytvořeného prostupu způsobuje zvýšení nákladů na jeho údržbu a původní, levné řešení, tak může vyústit v řadu dalších nákladů. Pozdější oprava prostupů je mnohem komplikovanější a dražší, než kdyby se hned na začátku prostup navrhnul a zrealizoval vhodným způsobem. Kromě vodotěsnosti musí být pod úrovní terénu dle vyhlášky 268/2009 Sb., §6 odst. 5 zajištěna i jejich plynotěsnost. Dalším důvodem ochrany prostupů je ochrana před šířením požáru a jeho zplodin. (kap. 4)[1]

1.3.1 Těsnění montážní PUR pěnou a nebezpečí hladkého potrubí

Nejčastější chybou při realizaci prostupů je nahrazování těsnících vložek vyplňováním voděodolnou montážní PUR pěnou (ale i betonovou mazaninou atd). Pěna začne brzy degradovat, nedojde k homogennímu spojení s hladkým povrchem potrubí, kabelů a to vede ke vzlínání vody podél potrubí a pažnice. Pěna je sice voděodolná, ale neodolává tlakové vodě. Toto řešení je sice levné, rychlé a jednoduché, ale z hlediska kvality a bezpečnosti naprosto nevhodné. Velké riziko sebou nese i použití nevhodného hladkého potrubí, které způsobilo již řadu problémů při realizaci prostupů. Pokud je do stavební konstrukce instalováno hladké potrubí bez vhodného utěsnění, tak voda (tlaková i vzlínání) bude pronikat podél hladkého potrubí do objektu. Na následujících obrázcích můžete vidět chybná řešení a jejich následky v praxi.



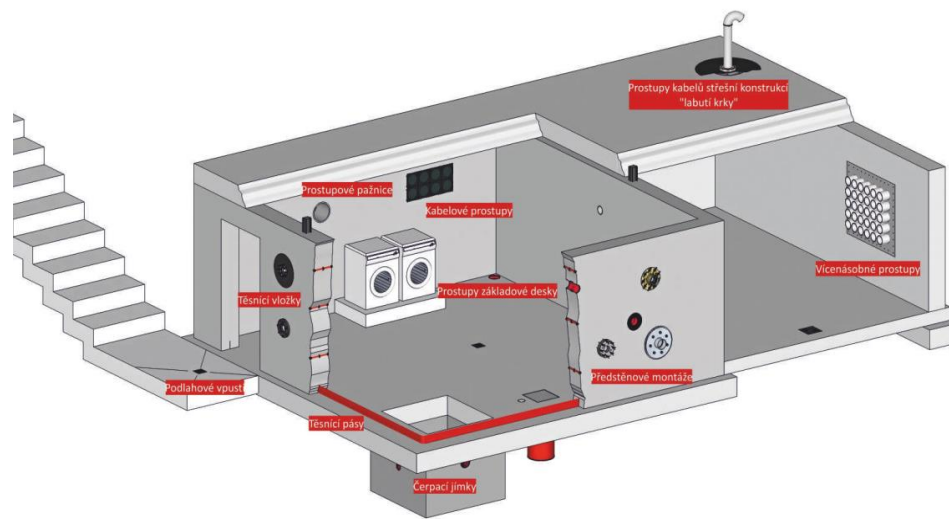
Obr. 1 Nevhodné těsnění prostupu PUR pěnou a protékání vody do objektu



Obr 5 Vztlínání vody objektu podél hladkého potrubí

1.3.2 Těsnící systémy

Těsnící systémy pro potrubí a kabely slouží k utěsnění vstupů potrubí či kabelů z venkovní strany do vnitřní části objektu, nebo pro prostupy instalací stavebními konstrukcemi uvnitř objektu. Jedná se o specifické typy stavebních a speciálních konstrukcí, které mají za úkol bránit pronikání tlakové i netlakové vody, vlhkosti a plynu do objektu, nebo zajišťovat požární odolnost stavebních konstrukcí. Těsnící systémy se používají pro prostupy stěnami, podlahami a ve speciálních situacích. Výjimkou nejsou ani aplikace jako jsou mnohonásobné prostupy, atypické prostupy, protipožární prostupy a servisní, nebo kabelové kanály.



Obr. 9 Možnosti různých druhů těsnění prostupů



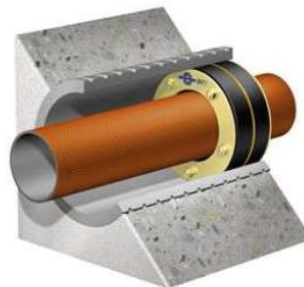
2. Ochrana prostupů proti tlakové a netlakové vodě

Ochrana prostupů proti tlakové vodě se řeší zejména u spodní stavby, tzn. u stavebních konstrukcí pod úrovní terénu, kde na ně z vnější strany působí tlak podzemní vody. Z pohledu izolace proti pronikání vlhkosti a vody do objektu se spodní stavba realizuje jako bílá resp. černá vana.

2.1 Prostupy v bílé vaně

Označení bílá vana se používá pro konstrukci spodní stavby z vodonepropustného monolitického železobetonu, který kromě běžné nosné funkce plní zároveň i funkci hydroizolační. Pojem „bílá vana“ vznikl podle bílé barvy, kterou vodonepropustný beton disponuje. Vodonepropustnost betonu, ze kterého je bílá vana realizovaná, ovšem nezaručuje vodotěsnost konstrukce bílé vany jako celku. A právě prostupy potrubí, kabelů a inženýrských sítí jsou jedním z nejrizikovějších míst pro správnou funkci bílé vany. Projektanti a následně pracovníci na stavbě by měli počítat s vedením sítí již před a během betonáže, a proto mohl být vstup navržen tak, aby byl také vodonepropustný a nenarušoval celistvost bílé vany. Z tohoto důvodu je nutné při betonáži zabetonovat do místa budoucího vodonepropustného prostupu pažnici.

Pažnice mohou být vyrobeny ze silnostěnného PVC, z nerezové oceli, nebo ze speciálního vláknocementu bez obsahu azbestu. Pažnice z vláknocementu nemění tvar, absorbuje vlhkost z okolí, při změně teplot a vlhkosti netvoří trhlinky a je plynotěsná. Tento materiál se svými vlastnostmi podobá betonu, nedochází ke korozi a je mrazuvzdorný. Na vnějším povrchu pažnice se nacházejí drážky, které kopírují obvod pažnice a zajišťují ještě lepší spojení s betonem. Při téměř dokonalém spojení pažnice a betonu dochází k vytvoření homogenní monolitické struktury, která následně vykazuje odolnost proti tlaku vody až do 5 bar.



Obr. 13 Vláknocementová pažnice s těsnicí vložkou



U pažnic s hladkým povrchem by při tomto řešení vznikl problém. Pažnice se nutně musí spojit s betonovou konstrukcí a hladký povrch pažnice nedokáže s betonem vytvořit monolitickou konstrukci. Proto je nutné v těchto případech používat pažnice s hřebenovou kotvou (toto monolitické spojení pomocí hřebenové kotvy je v případě bílé vany zvlášť důležité). Tyto pažnice jsou vyrobeny převážně ze silnostěnných vysoko hustotních materiálů, jsou tvarově stálé s vysokou odolností proti vrypům a otěru, proti nízkým/vysokým teplotám, a proti tlaku (při betonáži, spodní voda).



Obr. 17 Druhy pažnic pro bílou vanu

2.1.1 Jádrové vrtání

Pažnice se do konstrukce zabetonovávají již při realizaci bílé vany, a proto se používají zejména u novostaveb. V případě rekonstrukcí je však nutné použít jiný postup k vytvoření a utěsnění prostupu. Nejčastějším řešením bývá použití jádrového vrtání s následným umístěním těsnících vložek do jádrového vývrtu (toto řešení je vhodné pouze pro bílé vany). Jádrovým vrtáním se v homogenní konstrukci (např. beton, kámen) vytvoří přesný kruhový otvor, do kterého se následně vkládají těsnící prvky.

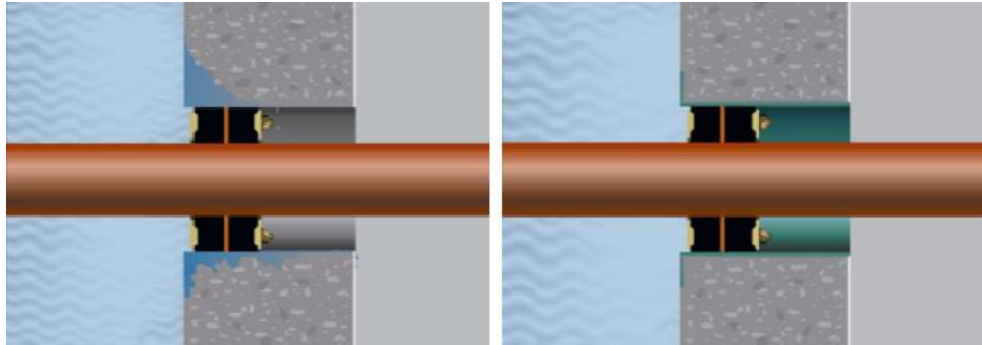
Jádrové vrtání se používá pro otvory cca od 25mm do 500mm, různé délky a úhlu. Pro vrtání se používají speciální jádrové vrtačky a diamantové vrtací korunky, které pronikají betonem 10x – 20x rychleji, než např. pneumatické sbíječky.



Obr. 21 Různé velikosti korunek pro jádrové vrtání



Během jádrové vrtání dochází k narušení struktury konstrukce a ke vzniku vlasových trhlin, kudy následně dochází k nežádoucímu pronikání vody. Plochu vzniklou po jádrovém vrtání je nutné napenetrovat a ošetřit vrchním nátěrem. Penetrace se aplikuje z důvodu utěsnění vzniklých vlasových trhlin a vrchní speciální nátěr poté vyrovná a připraví plochu pro dokonalé přilnutí s těsnicí vložkou. Speciální nátěr zároveň chrání zasažené výztužné pruty železobetonu proti korozi.



Obr. 29 Neošetřený (vlevo), ošetřený (vpravo) prostup po jádrovém vrtání



Obr. 25 Jádrové vrtání

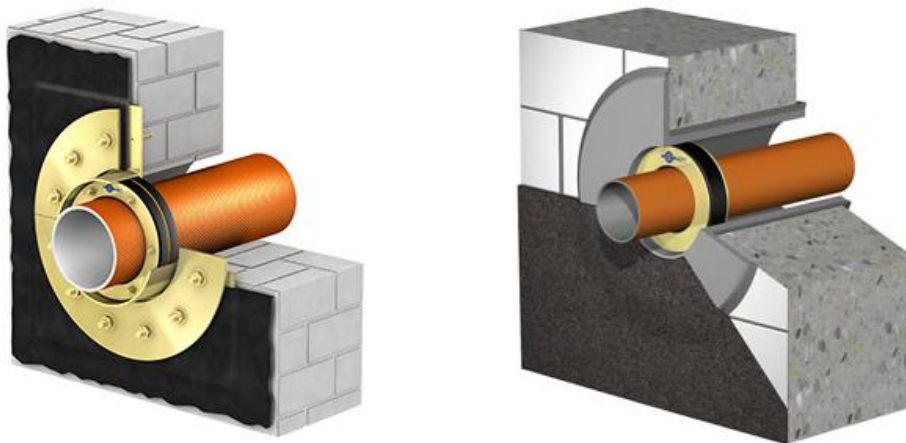
2.2 Prostupy v černé vaně

Pojmem „černá vana” se rozumí konstrukce spodní stavby, jež je postavena z materiálů, které zajistí nosnou funkci a splní statické požadavky, ale jsou vodopropustné (např. vápenopískové tvárnice, keramické tvárnice, běžný železobeton). Je tedy nutné tyto materiály dodatečně chránit před pronikáním tlakové vody do objektu. Nejčastěji používanými hydroizolačními prvky jsou modifikované asfaltové pásy (jsou černé, odtud název černá vana), silné asfaltové nátěry a PVC fólie. Oproti bílé vaně se musejí používat pažnice, které zajistí dostatečné vodotěsné spojení s vnější hydroizolační vrstvou. Pažnice je možné instalovat již při realizaci konstrukce,



ale i při rekonstrukci, například do vybouraného otvoru, jádrového vrtání, nebo montáží na stěnu.

Pažnice pro černou vanu jsou velmi typické a dají se rychle a snadno rozpoznat. Jsou to buď pažnice z vláknocementu, silnostěnného plastu (i oceli) s límcem, nebo s přírubami. Jedna příruba je napevno spojená s pažnicí (pevná příruba) a druhá, volná příruba, přitiskne hydroizolaci k pevné přírubě a vytvoří tak vodotěsné spojení. Podle normy DIN 18 195 musí být asfaltové modifikované pásy i PVC fólie (popřípadě i jiné hydroizolační a plynotěsné pásy) sevřeny mezi dvěma přírubami, které jsou podloženy poddajným výstelkovým materiálem. Tuto výstelku může tvořit stejný materiál jako je materiál dané hydroizolace nebo poddajná pryž. V případě pažnic s límcem bývá límec tvořen speciální tkaninou pro návaznost na asfaltové pásy a nátěry, nebo zdrsňeným povrchem pro navaření, či nalepení PVC fólií.



Obr. 33 Napojení pažnic na povlakovou hydroizolaci

U realizace těchto prostupů je samozřejmě nutné vědět, zda bude daný prostup namáhán tlakovou, či netlakovou vodou. Tyto informace by měl dodávat projektant základů a spodní stavby, nebo konkrétních míst, kde se tyto prostupy vyskytují. Standardně se dle DIN 18 195 rozlišují tyto dvě tlakové hranice:

- netlaková voda: do 0,5 bar
- tlaková voda: 0,5 – 5 bar



Obr. 34 Druhy pažnic pro černou vanu

2.3 Těsnící vložky

Pro zajištění vodotěsnosti prostupu je nutné do pažnice dodatečně nainstalovat těsnící vložky. Těsnící vložky jsou těsnícími prvky mezi vnitřní stranou pažnice resp. jádrového vývrtu a potrubím (kabely), které danou konstrukcí prostupují. Těsnící vložku tvoří dva nerezové přitlačné kroužky, mezi nimiž se nachází kruhový pryžový segment z materiálu EPDM (ethylen-propylen). Dva nerezové přitlačné kroužky jsou k sobě přitahovány pomocí šroubů, to způsobuje stlačování pryžového segmentu, který se tak roztahuje a vymezuje jak vůči stěně otvoru, tak i vůči procházejícímu potrubí.

Typy těsnících vložek: dělené i nedělené varianty, vícenásobné, excentrické, pro potrubí i pro kabely, slepé vložky atd.

V následující tabulce jsou uvedeny tloušťky pryžového segmentu v závislosti na tlakové odolnosti pro těsnící vložky řady PS.

Tabulka 1 Šířka segmentu z EPDM podle požadované tlakové odolnosti

šířka segmentu z EPDM standardní provedení [mm]	maximální tlaková odolnost [bar]
20	1
30	2,5
40	3
60	5



Obr. 35 Těsnící vložky

2.4 Prostupy hladkého potrubí - KG systém

Specifickou kategorií jsou prostupy hladkého potrubí, jako je například KG systém. Jedná se o klasické PVC kanalizační potrubí, kterému se nejčastěji říká podle největšího výrobce tohoto potrubí – KG systém. Tento druh potrubí ve většině případů prochází konstrukcí bez použití pažnice (pažnici nahrazuje prostupová tvarovka) nebo těsnící vložky. Vodotěsnost tohoto prostupu je zajištěna speciálními tvarovkami, které mají podobné technické řešení jako pažnice s hladkým povrchem. U novostaveb se v



případě bílé vany používají tvarovky s hřebenovými kotvami a v případě vany černé tvarovky s límcem pro návaznost na hydroizolace. Při rekonstrukcích se dají tvarovky použít pouze v případě černé vany, kdy se opět límec tvarovky vodotěsně napojí na hydroizolaci konstrukce. Rekonstrukce prostupu bílé vany nelze řešit tvarovkami, ale jako řešení lze použít např. jádrové vrtání, následné vložení těsnicí vložky do vývrtu a protažení hladkého PVC potrubí kanalizace skrz otvor.



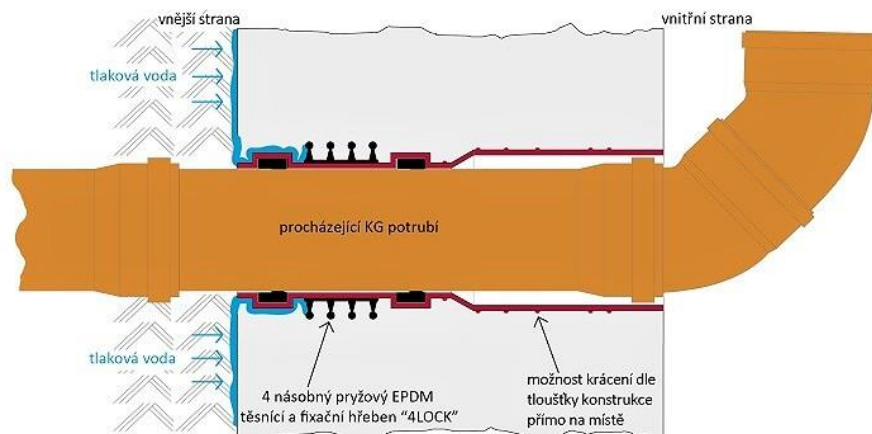
Obr. 37 Prostupové tvarovky – černá vana



Obr. 36 Prostupové tvarovky – bílá vana



Obr. 39 Prostupová tvarovka KRASO® Universal B



Obr. 38 Prostupová tvarovka KRASO® Universal B v prostupu



3. Ochrana prostupů v požárně dělicích konstrukcích

3.1 Požární bezpečnost staveb

Požární bezpečnost staveb byla dříve opomíjenou profesí, avšak dnes je to velmi důležitá součást projektování staveb – ovlivňuje umístění stavby, architektonické a dispoziční řešení, i materiálové a konstrukční provedení. Požární bezpečnost je jedním ze základních požadavků na výrobky a stavby. V České republice jsou všechny základní požadavky na stavby a stavební výrobky vyjadřující obecný zájem zapracovány do stavebního zákona (§ 156 odst. 2 zákona č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu) a jeho navazujících předpisů. Požární bezpečnost zejména vychází ze dvou kmenových norem ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty a ČSN 73 0804 – Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty.

Cílem požární bezpečnosti staveb zejména je:

- omezení šíření ohně a kouře uvnitř stavby
- omezení šíření požáru na sousední stavby
- zajištění evakuace osob a zvířat v případě ohrožení stavby požárem nebo při požáru
- umožnění účinného a bezpečného zásahu záchranných jednotek

Všechny zmíněné body mohou být splněny pouze v případě, že po stanovenou dobu bude zaručena stabilita a únosnost nosných konstrukcí nebo celistvost a izolace požárně dělicích konstrukcí.

Dosažení těchto základních cílů se při projektování a realizaci řeší těmito způsoby:

- rozdělením objektu do požárních úseků;
- stanovením požárního rizika;
- posouzení požární odolnosti konstrukcí a hořlavosti stavebních materiálů podle stanoveného požárního rizika;
- stanovení počtu evakuovaných osob a jim odpovídající kapacity únikových cest



- vymezení zásahových cest a technického vybavení pro zásah požárních jednotek.

Při podrobném zpracování požárně bezpečnostního řešení je nutné věnovat dostatečnou pozornost provedení prostupů v požárně dělících konstrukcích.

Zajištění požární bezpečnosti staveb se děje jednak pasivní požární ochranou tzn. správným dispozičním řešením budovy a správně navrženými stavebními konstrukcemi (do této kategorie spadají i požární ucpávky), jednak tzv. aktivními prvky požární ochrany, jimiž se rozumí technická požárně bezpečnostní zařízení a opatření. Tyto systémy jsou ovládány signálem, získaným např. z detektorů tepla, kouře, záření atd. Nejpoužívanější systémy jsou sprinklery, kouřové detektory, alarmy atd.

3.1.1 Pasivní systémy požární bezpečnosti

Pasivní systémy jsou vlastně stavební konstrukce, či konstrukční prvky, které brání šíření požáru uvnitř budovy a nevyvíjejí při tom žádnou aktivitu. Vrcholem jejich aktivity tak může být například napěnění protipožárního nátěru.

Konkrétně se jedná o:

- a) Nosné prvky bez požárně dělící funkce – stěny, stropy, střechy, nosníky, sloupy, balkony, rampy, schodiště
- b) Nosné prvky s požárně dělící funkcí, s nebo bez zasklení, ovládání a příslušenství – stěny, stropy, střechy, zdvojené podlahy
- c) Výrobky a systémy pro ochranu prvků nebo částí konstrukce – podhledy se závislou požární odolností, požárně ochranné nátěry, obklady a clony
- d) Nenosné prvky nebo části konstrukce, s nebo bez zasklení, ovládání a příslušenství – příčky, fasády (závěsové obvodové stěny) a vnější stěny, podhledy s nezávislou požární odolností, požární dveře a uzávěry a jejich zavírací mechanismy, kouřotěsné dveře, dopravníkové systémy a jejich uzávěry, **těsnění prostupů**, **těsnění spár**, instalační kanály a šachty, komíny
- e) Stěnové a stropní obklady s požárně ochrannou účinností



f) Výtahové šachetní dveře

g) Požárně odolná vzduchotechnická potrubí a požární klapky

h) Systémy pro usměrňování pohybu kouře – potrubí pro odvod kouře, kouřové klapky, kouřové zábrany, ventilátory pro nucený odvod kouře a tepla, odtahová zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla

i) Systémy pro zachování funkce kabelových tras – kabelové kanály, závěsné systémy

Všechny tyto konstrukce plní svoji funkci i předtím, než začne hořet. Fasáda odděluje vnější prostor od interiéru a brání ho proti vlivům větru a počasí, příčky rozdělují prostor na jednotlivé místnosti, protipožární nátěr chrání ocelovou konstrukci před korozí, vzduchotechnické potrubí rozvádí čistý vzduch po budově apod. Pasivní systémy požární bezpečnosti staveb používáme tam, kdy z projektových norem vyplývají požadavky na požární odolnost konkrétní konstrukce. (pasivní systémy stanke,casopis stavebnictvi bradacova)

3.1.2 Požární riziko a požární úseky

Požární riziko je odhadovaná míra případného požáru v posuzovaném objektu nebo jeho částí. Aby se minimalizovaly škody způsobené požárem, dělí se objekty do požárních úseků (PÚ). Požární úsek, tzn. část objektu, ohraničená od ostatních částí tohoto objektu, nebo od sousedního objektu požárně dělícími konstrukcemi, je základní posuzovanou jednotkou z hlediska požární bezpečnosti staveb. Jinými slovy se dá říct, že se jedná o požárně izolovanou část objektu, která je svým provedením chráněna proti požáru v jiné části objektu a naopak. Rozdělení uvnitř požárního úseku se ve většině případů požárního řešení netýká.

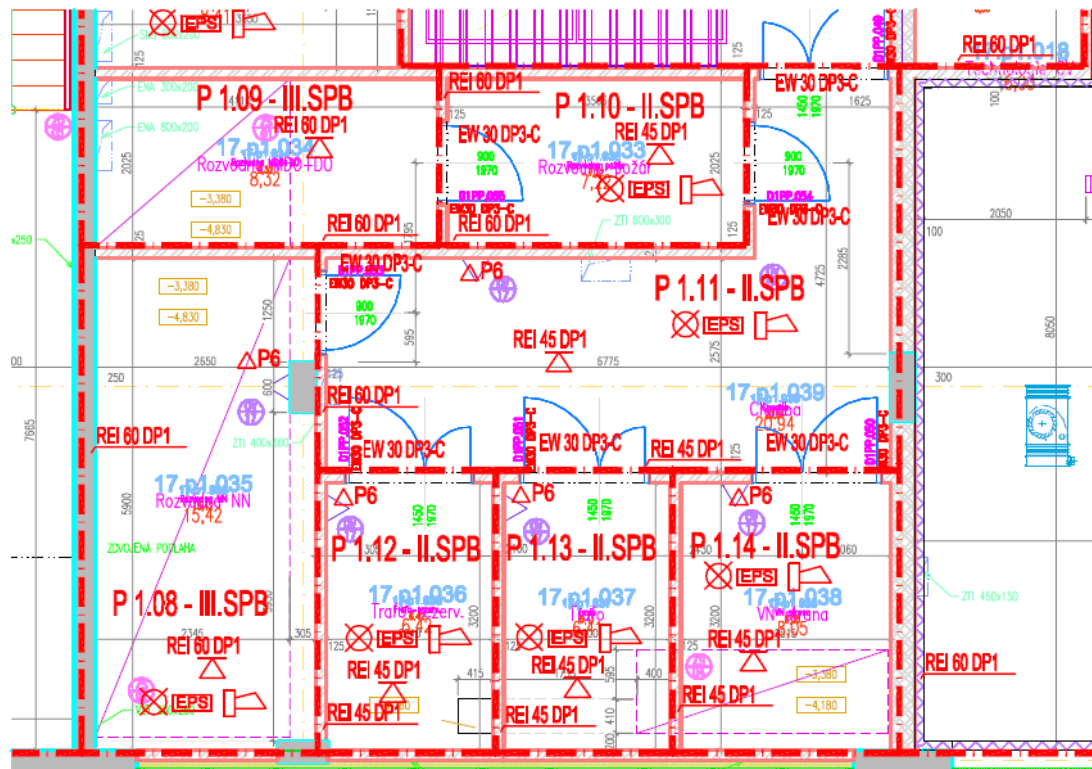
Požární úsek může být tvořen:

- jedinou místností; kotelna, sklepy apod.,
- skupinou místností, které jsou vzájemně propojené dveřmi: byt apod.,
- skupinou místností, které nejsou vzájemně propojené: učeny, kanceláře apod.,
- celým objektem: rodinný dům, sklad apod.,
- souborem objektů: statek, rodinný dům se samostatně stojící garáží apod.



Základním prvkem požárních úseků jsou **požárně dělicí konstrukce**. Jsou to konstrukce (stropní nebo střešní konstrukce, nosné i nenosné stěny a uzávěry otvorů), bránící šíření požáru mimo daný požární úsek. Musí být schopny po stanovenou dobu odolávat extrémním účinkům vzniklého požáru.

Rozdělení objektů do požárních úseků, a určení požadovaných požárních odolností jednotlivých prvků je určeno v požárně bezpečnostním řešení stavby. Požárně bezpečnostní řešení musí obsahovat technickou zprávu, ve které budou specifikována všechna navržená požárně bezpečnostní zařízení a opatření a požární výkres.



Obr. 40 Požární výkres

Ochrana před šířením požáru se nevztahuje pouze na vlastní šíření požáru (plamenného hoření po povrchu), ale důležitou součástí je i zabránění průniku kouře a zplodin skrze požárně dělicí konstrukce. Právě kouř a jedovaté plyny mají při požárech na svědomí nejvíce smrtelných případů.(stavebnictvi3000.cz)



3.1.3 Hořlavost a požární odolnost

Hořlavost je ukazatel toho, do jaké míry přispívá samotný materiál, nebo stavební výrobek k intenzitě požáru. Dnes již neplatnou klasifikaci „stupeň hořlavosti“ (A,B,C1,C2,C3) nahradila podrobnější jednotná evropská klasifikace „třída reakce na oheň“ (A1,A2,B,C,D,E,F). Stupnice rozděluje materiály od zcela nepřispívajících intenzitě požáru (stupeň A1), až po materiály, které se na intenzitě požáru extrémně podílejí (stupeň F). Písmeno, značící příslušnou třídu reakce na oheň, bývá doplněno dolním indexem fl – podlahová krytina, L – tepelná izolace, nebo ca – kabely. Dále bývá toto označení doplněno údajem o vývoji kouře s1,s2,s3 (smoke), planoucích kapek d0,d1,d2 (droplets) a v případě kabelů údajem o kyselosti zplodin a1,a2,a3 (acidity). Se zvyšujícím se číslem doplňujícího údaje přibývá doprovodných

Tabulka 2 Převod stupňů hořlavosti na třídu reakce na oheň

Stupeň hořlavosti (ČSN 73 0862 – neplatná)	Převod	Třída reakce na oheň (ČSN EN 13501-1)	
A – nehořlavé hmoty	←	A1, A2	<u>nehořlavé hmoty</u> (A2 pouze celistvé, homogenní výrobky s max. 5% organických látek)
B – nesnadno hořlavé hmoty	←	B	<u>hořlavé hmoty</u>
C1 – těžce hořlavé hmoty	←	C	
C2 – středně hořlavé hmoty	←	D	
C3 – lehce hořlavé hmoty	←	E, F	

komponentů hoření (kouře, kyselosti, kapek), tzn. čím nižší číslo, tím požárně příznivější výrobek. Třída reakce na oheň je pro rostlé dřevo klasifikována jako D – s2,d0. (imaterialy.dumabyt.cz sireni pozaru sachtu)

Požární odolnost se od hořlavosti liší především tím, že se týká stavebních konstrukcí jako celku, a nejen jako jednotlivých materiálů a výrobků. Je to schopnost stavební konstrukce odolávat účinkům plně rozvinutého požáru, a zároveň si uchovat svoji únosnost a stabilitu, celistvost a izolační schopnosti. Požadavky požární odolnosti musí splňovat všechny nosné a požárně dělící konstrukce. Požární odolnost se udává v minutách a je to doba, po kterou dokáží tyto konstrukce odolávat účinkům požáru, aniž by došlo k porušení požadované funkce. Základní klasifikační časy jsou



15, 30, 45, 60, 90, 120 a 180 minut. Funkcí může mít konstrukční prvek hned několik zároveň a jsou určeny tzv. mezními stavy.

Mezní stav požární odolnosti dbá na typ konstrukce – zda je nosný či nenosný, zda se jedná o stěnu, sloup nebo např. dveře. Norma ČSN EN 13501-2 definuje soubor mezních stavů, z nichž čtyři nejpoužívanější jsou R, E, I, W:

- **R** (únosnost a stabilita) – platí pro všechny nosné konstrukce (i těch, které se nacházejí uvnitř požárního úseku), které zajišťují stabilitu objektu – nosnou funkci musí plnit i během účinků požáru. U tohoto mezního stavu nezáleží na typu nosné konstrukce, zda je desková, či prutová. Musejí ji splňovat stěny, stropy, sloupy, průvlaky, vazníky, ztužidla atd.
- **E** (celistvost) – platí pro všechny plošné požárně dělící konstrukce. Během účinků požáru se nesmí v požárně dělící konstrukci vytvořit trhlinka, aby nemohly skrze trhlinku šlehat plameny a pronikat horké plyny do dalšího požárního úseku. Tento mezní stav musejí splňovat stěny a stropy oddělující požární úseky, dále také požární předstěny a podhledy (ochraňují různá technologická vedení) a požární uzávěry (např. dveře).
- **I** (izolace) – platí pro všechny plošné požárně dělící konstrukce. Konstrukce musí na odvrácené straně od požáru dosahovat teplot, které nezpůsobí nadměrné zahřívání vedlejšího prostoru. Nesmí se vznítit materiál na odvrácené straně nebo v její blízkosti. Při zkouškách požární odolnosti je tento mezní stav splněn, pokud průměrná teplota na odvrácené straně nevystoupá o více než 140 °C s maximálním bodovým vzrůstem teploty v kterémkoli místě o více než 180 °C. Mezní stav „I” musejí splňovat požární stěny a stropy, tedy konstrukce uvnitř budovy, kde může dojít k požáru z obou stran požárně dělící konstrukce, a tím by mohlo dojít k ohrožení osob na druhé straně. Tento mezní stav musí také splňovat požární uzávěry ústící do chráněných únikových cest.
- **W** (radiace tepla) – platí pro všechny plošné požárně dělící konstrukce, podobně jako mezní stav „I”, ovšem nejsou na něj kladeny tak přísné požadavky. Mezní stav „W” nedokáže zabránit nárůstu teplot, ale dokáže omezit sálání tepla na odvrácené straně konstrukce. Tento sálavý tepelný tok nesmí rozšířit požár a ohrozit osoby na druhé straně konstrukce, či v její



blízkosti, a proto je omezen na 15 kW/m². Tento méně přísný stav se používá např. u požárních uzávěrů, kde na druhé straně je velký otevřený prostor, nebo u obvodových stěn, kde bude teplo sálat vně budovy do exteriéru. Pokud by ale v exteriéru hrozil vznik požáru, např. od sousední budovy, a hrozilo by tak sálání tepla do interiéru, musela by pak stěna splňovat mezní stav „I”.

V České republice bývá údaj o požární odolnosti (mezní stav + požadovaná doba) doplněn ještě požadovaným druhem konstrukční části, tzn. zda se jedná o konstrukci druhu DP1, DP2, nebo DP3.

- **DP1** – konstrukce nezvyšující intenzitu požáru v požadované době požární odolnosti. Jedná se nejčastěji o zcela nehořlavé konstrukce nebo i konstrukce obsahující hořlavé materiály uzavřené mezi materiály nehořlavé, u kterých je zabráněno jejich vzplanutí a na nichž nesmí být závislá únosnost a stabilita konstrukce např. železobetonová stěna (i sendvičová s vnitřní tepelnou izolací z pěnového polystyrenu), keramická příčka, SDK stěna, kovový požární uzávěr (dveře).
- **DP2** – obdobně jako konstrukce DP1 nezvyšují intenzitu požáru v požadované době požární odolnosti, avšak zejména u složených konstrukcí může nosnou konstrukci vytvářet i hořlavá konstrukce (např. dřevěná kostra), je-li opláštěna nehořlavým materiálem, např. dřevěná stěna s protipožárním opláštěním, dřevěný trámový strop s násypem a omítkou na rákosovém podhledu.
- **DP3** – konstrukce nesplňující požadavky na DP1 ani DP2. Jedná se nejčastěji o hořlavé konstrukce, např. dřevěné požární uzávěry (dveře), střechy a stropy s viditelnými trámy, nebo prvky, u kterých se tato hořlavá nosná konstrukce při požární zkoušce obnaží.

Je-li například u kovových revizních dvířek (DP1) dosažen při požární zkoušce mezní stav celistvosti E v 73. minutě a izolační schopnost I ve 31. minutě, pak se požární odolnost udává nejnižší dosaženou hodnotou, tj. EI 30 DP1. (tzb-info pozarni odolnost konstrukci,imaterialy.dumabyt.cz sachty)



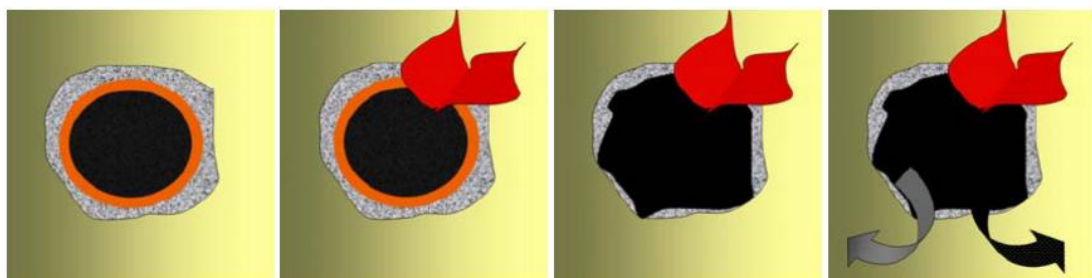
3.2 Těsnění prostupů instalací požárně dělícími konstrukcemi

Požární těsnění instalací v požárně dělících konstrukcích hraje velmi důležitou roli při šíření požáru v objektu jak ve vodorovném, tak i ve svislém směru. Nejproblematičtější jsou instalace na bázi plastů (kabely, potrubí), které jsou charakterizovány:

- vysokou hořlavostí;
- vysokým podílem zplodin hoření (kouř, toxické plyny);
- možností odkapávání roztavené plastové hmoty;
- rychlou ztrátou tuhosti (zejména potrubí s velkými průměry)

Těsnící systémy se vyrábějí samozřejmě i pro nehořlavá potrubí (např. ocelová), kde sice nehrozí odhoření materiálu, ani ztráta tuhosti, ale velké nebezpečí hrozí z přenosu vysokých teplot rozžhaveného potrubí na druhou stranu konstrukce.

Kvalitní provedení ucpávek musí zajistit, aby konstrukce prostupu vykazovala dostatečnou požární odolnost (EI), a tím předešla vzniku tzv. **požárního mostu**. Požární most je vlastně obdobou tepelného, vlhkostního, či akustického mostu. Tento jev vzniká při špatném, nebo vůbec žádném utěsnění prostupující instalace, kdy po odhoření instalace zůstává v konstrukci otvor, kterým se následně šíří kouř a zplodiny, prošlehávají plameny, nebo dokonce dojde k trvalému hoření na druhé straně. Požární most může samozřejmě nastat i u plošných konstrukcí v místech dilatačních a pracovních spár.



Obr. 41 Vznik požárního mostu u hořlavého potrubí

3.2.1 Legislativa a normy

Systémy, technická zařízení a výrobky pro stavby podmiňující požární bezpečnost stavby nebo jiného zařízení se podle Vyhlášky č. 246/2001 Sb. (dále jen



Vyhlášky) řadí mezi požárně bezpečnostní zařízení (PBZ). Do této kategorie se samozřejmě řadí také těsnění prostupů instalací požárně dělicími konstrukcemi.

Ve Vyhlášce jsou všechny druhy PBZ jednotlivě vyjmenovány. Mezi nimi se v odst. f) nacházejí i „požární přepážky a ucpávky“. Dále jsou zde specifikované vyhrazené PBZ, mezi nimiž požární ucpávky uvedeny nejsou. Na vyhrazená PBZ jsou kladeny přísnější požadavky, než na ty zbývající. Jsou to požadavky týkající se zejména certifikace výrobků a kvalifikace projektantů a dodavatelů. Těsnění prostupů v požárně dělicích konstrukcích je tedy nevyhrazeným PBZ, avšak dle požadavků, které jsou na požární těsnění kladeny, se k němu často přistupuje jako k vyhrazenému.

Požadavky na těsnění prostupů instalací:

- legislativní (Zákon 22/1997 Sb., Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., Vyhláška č. 246/2001 Sb.)
- projektové (ČSN 73 0802, ČSN 73 0804, ČSN 73 0810)
- klasifikační (ČSN EN 13501-1, ČSN EN 13501-2)
- zkušební (ČSN EN 1366-3).

Všechny tyto požadavky spolu úzce souvisí – navazují na sebe, prolínají se.

Při projektování požárních těsnění prostupů jsou stěžejní zejména příslušné články českých technických norem (02,04,10). V ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty jsou to články 8.6 a 11, u ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty se jedná o článek 12 a u ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení se jedná o článek 6.2.1. V těchto člancích se hovoří o tom, jak mají být prostupy instalací provedené a jakou požární odolnost mají vykazovat.

Pozor, v nynější době je již téměř hotova nová norma ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení, která nahradí normu z roku 2009. Norma by měla přijít v platnost již během roku 2016.

Nezákladnější zásady, které vyplývají z požadavků norem:

Prostupy instalací (kanalizace, vodovod, plynovod), technologických zařízení a rozvodů elektřiny požárně dělicími konstrukcemi musejí být utěsněny. Těsnící



system prostupu musí vykazovat stejnou požární odolnost jako požárně dělící konstrukce. Materiály, z nichž jsou těsnění realizována, mohou mít stupeň reakce na oheň nejméně A2 – téměř nehořlavé (podle EN 13501-1). Ochráněné prostupy tedy musí disponovat stejnými požárními parametry jako požární konstrukce, kterou prostupují, tzn. musí splňovat mezní stavy EI (t). Ucpávky se provádějí převážně u hořlavých potrubí, to platí zejména pro:

- a) potrubí kanalizace (třída reakce na oheň B až F) světlého průřezu $> 8000 \text{ mm}^2$ v případě vertikálního potrubí (tj. $\varnothing > 100 \text{ mm}$) a světlého průřezu $> 12500 \text{ mm}^2$ v případě horizontálního potrubí ($\varnothing > 126 \text{ mm}$),
- b) potrubí s trvalou náplní vody či jiné nehořlavé látky (B až F) světlého průřezu $> 15000 \text{ mm}^2$ ($\varnothing > 138 \text{ mm}$),
- c) potrubí sloužící k rozvodu vzduchu stlačeného, nestlačeného, případně jiných nehořlavých plynů včetně VZT rozvodů (B až F), světlého průřezu $> 12000 \text{ mm}^2$ ($\varnothing > 123 \text{ mm}$),
- d) kabelové rozvody tvořené svazkem vodičů, pokud prostupují jedním otvorem, mají izolace (povrchové úpravy) šířící požár a jejich hmotnost je větší než 1 kg/m (netýká se kabelů s „retardovanými“ plášti).

U potrubí menších průměrů, než je uvedeno u předchozích bodů a) až c), nebo pokud se jedná o nehořlavá potrubí, postačí dotěsnění prostoru mezi požárně dělící konstrukcí a instalací nehořlavou hmotou (stupeň reakce na oheň A1, A2 – např. dobetonováním), tak aby byla zajištěna celistvost a požární odolnost konstrukce. Zcela nepřipustné je k dotěsnění prostupu použití montážní (hořlavé) PUR pěny. Pozor, nesmějí se používat ani speciální protipožární PUR pěny bez dodatečných úprav, neboť i tyto pěny vykazují nedostatečný stupeň reakce na oheň B. Ucpávky pro nehořlavá potrubí jsou prováděny zejména za účelem snížení vysoké povrchové teploty instalací. Pro hořlavá potrubí dle předchozích bodů a), b) dále platí zásady:

- realizace ucpávek vždy v případě prostupu do chráněné únikové cesty (tj. bez ohledu na průřezovou plochu),



- pro vybrané provozy jsou min. průřezové plochy poloviční (shromažďovací prostory, zdravotnické stavby, objekty s více než dvaceti podlažími),
- realizace ucpávek pro vzájemně „blízké prostupy“ (obr. 4) vzdálené < 300 mm a světlého průřezu > 2000 mm² ($\varnothing > 50$ mm).



Obr. 42 Ucpávky u vzájemně blízkých prostupů

Všechny normy se vzájemně propojují a doplňují, proto není možné se při návrhu těsnění prostupu řídit pouze jednou vybranou normou. K tomuto problému se vyjádřil Ing. Stanislav Toman následovně: „Ten, kdo normy používá, nesmí být při jejich čtení nepozorný a nesmí vytrhávat z kontextu jednotlivé podmínky. Příkladem nejvíce používaného a zároveň zneužívaného argumentu při projektování nebo při realizaci na stavbě je část dikce článků 11.1.1 a 11.1.2 ČSN 73 0802, kde se hovoří mj. o tom, že potrubí světlého průřezu do 40 000 mm² (tj. např. u ocelového potrubí do DN 200), které slouží k rozvodu nehořlavých látek (u hořlavých dopravovaných látek do průřezu 15 000 mm² - tj. do DN 125), může prostupovat požárně dělicí konstrukcí bez dalších opatření a to i bez ohledu na stupeň hořlavosti potrubního materiálu. Celá problematika se pak chybně zjednodušuje se závěrem, že s prostupy do DN 200 (u plynu do DN 125) není třeba nic dělat! Avšak pozor, v téže větě téhož článku je požadováno dodržení dalších podmínek (odkaz na jinou část této normy) jako je například těsnost prostupů, jejich požární odolnost a hořlavost těsnicí hmoty atd. A nesmíme zapomínat také na požadavky, které jsou uvedeny v dalších, souvisejících požárních normách (ČSN 73 0810).“ (Toman tzb info).

Technické normy samozřejmě nemohou obsáhnout všechny možné případy, které v praxi mohou při realizaci prostupů nastat. Výrobci proto u svých výrobků vydávají ještě další omezující kritéria (mimo požadavků ČSN), která je nutné dodržet, aby těsnicí systém vykazoval deklarované vlastnosti. Může se jednat o tloušťku

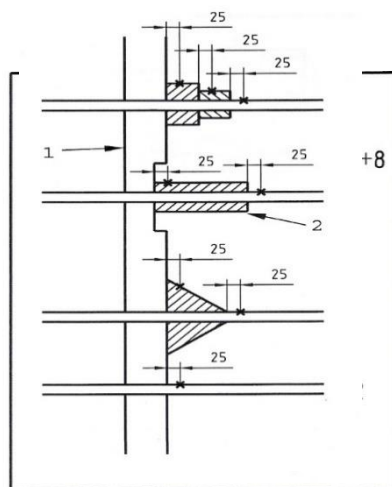


stavební konstrukce, průměr potrubí, plochu prostupu, vzdálenost ochrany potrubí od líce prostupu atd. Výrobci totiž mají na konkrétní, přesně definovaný těsnicí systém atest ze zkušebny, a proto mohou garantovat testované vlastnosti výrobku pouze při dodržení těchto omezujících podmínek.

3.2.2 Zkoušky požární odolnosti prostupů instalací

Požární odolnost jednotlivých výrobků a systémů se zkouší dle zkušební normy ČSN EN 1366-3:2009 Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 3: Těsnění prostupů. Tato norma určuje konkrétní podrobné podmínky, při kterých je požární odolnost těsnění instalací zjišťována – teplota, tlak ve zkušební peci, počet, velikost a vzhled vzorků, podpůrnou konstrukci atd.

Při zjišťování parametru izolace (I) je velmi důležité správné rozmístění termočlánků na zkoušeném prvku. Typické rozmístění termočlánků pro měření teplot na neexponovaném povrchu je zřejmé z obr. 1 a obr. 2. Na obr. 3 je kabelová přepážka před zkouškou požární odolnosti.



Obr. 43 Typické rozmístění termočlánků

Legenda

typ A na instalaci:	2, 4, 6, 9, 10
typ B i) na těsnění:	3, 13, 14
typ B ii) na těsnění:	7, 11
typ C na rámu:	1
typ D na roštu:	15
typ E na podpěrné konstrukci:	5, 8, 12
typ F podle úvahy zkušebny	

Legenda

1	strana působení ohně
2	část systému těsnění prostupu
X	poloha termoelektrického článku



Obr. 44 Umístění termočlánků na neexponované straně



Obr. 45 Rozmístění termočlánků na zkušebním vzorku

Zkušební podmínky	Sestava konců potrubí	
	uvnitř pece	vně pece
U/U	neuzavřen	neuzavřen
C/U	uzavřen	neuzavřen
U/C	neuzavřen	uzavřen
C/C	uzavřen	uzavřen

Při zkouškách požární odolnosti prostupů se potrubí testuje se 4 různými sestavami konců (U – otevřený konec, C – uzavřený konec, první písmenko značí konec uvnitř pece – na straně požáru, druhé písmenko značí konec vně pece – na odvrácené straně požáru)

Tabulka 3 Zkušební podmínky požární odolnosti potrubí dle sestav konců

V příloze A této normy jsou uvedeny příklady použití těsnění v praxi v závislosti na uzavření/otevření konců potrubí při zkoušce.



Tabulka 4 Použití potrubí v praxi v závislosti na sestavě konců

Použití potrubí		Podmínky konců potrubí	
		vně pece	uvnitř pece
Dešťový svod		neuzavřen	uzavřen
Odpadní potrubí	Odvětrané	neuzavřen	neuzavřen
	Neodvětrané	uzavřen	neuzavřen
Plyn, pitná voda, horkovodní potrubí		uzavřen	neuzavřen

Podle výše uvedených informací a tabulek pak bývá těsnění prostupu označeno např. EI 60-U/U.


3.2.3 Montáž a kontroly požárních těsnění instalací

Požadavky na projektování, montáže a kontroly požárně bezpečnostních zařízení reguluje Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) – dále jen Vyhláška. Tato Vyhláška mimo jiné stanovuje, že při montáži požárně bezpečnostních zařízení se musí dodržovat podmínky, jež vyplývají z ověřené projektové dokumentace a postupy uvedené v průvodní dokumentaci výrobce (montážní návod, technické podmínky, návod k obsluze atd.).


Přestože požární přepážky a ucpávky nejsou vyjmenovány mezi vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními, z pohledu montáže a kontrol se k nim však přistupuje jako k vyhrazeným. Systémová těsnění prostupů musí být instalována montážní firmou proškolenou výrobcem systému. Zodpovědná osoba za montáž písemně potvrzuje splnění všech požadavků na správnou funkčnost ucpávky. Každý hotový vstup musí být označen identifikačním štítkem (stítek) obsahující především hodnotu požární odolnosti ucpávky, typ ucpávky, datum provedení, informace o montážní firmě a označení výrobce systému. U

Promat s.r.o., V.P.Čkalova 22/784, 160 00 Praha 6, tel.: 224 390 811, fax: 233 333 576

Promat



Příští kontrola:



Montáž provedla firma:	
Jméno:	
Datum provedení:	
Katalogové číslo:	
Požární odolnost:	

(obr.i)



těsnících systémů, které se nacházejí na špatně přístupných místech, nebo nebyly označeny identifikačním štítkem (např. z důvodu estetického hlediska) je velmi důležitá dokumentace skutečného provedení, tzv. *pasportizace*. Tato dokumentace pak slouží jako podklad pro kolaudaci ucpávky, revizní kontroly či opravy.

Obr. 46 Identifikační štítek Promat

Revize, neboli kontrola

provozní schopnosti ucpávek se provádí jednou za rok. Kontroly provádí oprávněná osoba, která při nich musí dodržovat podmínky stanovené výrobcem systému. Při kontrolách se postupuje podle §7 a §10 Vyhlášky. Pro všechny druhy těsnění prostupů instalací je nutno provést/ověřit:

- shodu identifikace těsnění v průvodní dokumentaci s konkrétním těsněním
- kontrolu prostředí, např. zatékání vody či jiných médií, které by mohli těsnění poškodit (poškození nátěru, nasáknutí vody minerální izolací apod.)
- vizuální kontrolu – neporušenost těsnění
- zda nebylo do těsnění zasahováno:
 - a) změna velikosti prostupu
 - b) přidání nových instalací
 - c) odebrání nefunkčních instalací
- v případě zjištění zásahu do těsnění kontrola dodatečného provedení těsnění:
 - a) materiál těsnění
 - b) přesahy
 - c) záznam o změně v průvodní dokumentaci



d) označení daného těsnění

- zaznamenání provedené/příští kontroly do průvodní dokumentace a na identifikační štítek prostupu (např. pomocí kolečka – obr.)
- v případě zjištění závad označit toto těsnění a navrhnout řešení nápravy
- vyplnit protokol o provedení kontroly těsnění prostupů instalací jakožto požárně bezpečnostního zařízení (viz příloha zaps o kontrole stanke).



Obr. 47 Kontrolní kolečko

3.2.4 Systémové požární ucpávky

Již sám název napovídá, že se jedná o prvky, které mají za úkol ucpat (uzavřít) otvor ve stavební konstrukci, který vznikl vyhořením prostupující hořlavé instalace, za účelem přerušení požárního mostu. Systémové se pak nazývají z toho důvodu, že jejich parametry a požární odolnost se zkouší pro kompletně sestavený systém (pro přesně dané tloušťky a materiály stavebních konstrukcí, velikosti prostupů, materiálu instalací, typy ucpávek atd.) a ne pro jednotlivé prvky. V případě nehořlavých potrubí zajišťují snížení povrchové teploty rozžhaveného potrubí.

Mechanismus požárních ucpávek je založen na dvou základních principech. Prvním je princip endotermní, kdy protipožární hmoty (tmely) obsahují velké množství vázané vody, která se při požáru díky chemické reakci uvolňuje a působí tak jako jakési chladící médium ucpávky. Druhým, hlavním principem ucpávek je princip intumescence (napěnění), kdy materiál při tepelném zatížení mnohonásobně zvětší svůj objem a vytvoří tak tepelně izolační ochrannou vrstvu.

Podle velikosti otvoru a druhu prostupujících prvků se ucpávky dělí na:

- měkké ucpávky (kombinace minerální izolace a povrchových intumescentních či ablativních (žáruvzdorných) nátěrů a tmelů)
- tvrdé ucpávky (požární malty a cihličky)



- rozebíratelné ucpávky (manžety, sáčky, elastické cihličky, zátky)
- speciální ucpávky (prvky pro náročné aplikace a podmínky)

Toto je základní rozdělení požárních ucpávek, dále se však dají dělit i podle dalších kritérií. Například to může být podle účelu, ke kterému ucpávky slouží (ucpávky pro potrubní instalace, ucpávky pro kabelové rozvody nebo kombinované ucpávky), podle velikosti ucpávky (zda utěsňují pouze jeden nebo více prvků), podle stavební konstrukce (těžké a lehké stěny, montované stěny atd.), horizontální a vertikální ucpávky atd.

V praxi se často řeší otázka, proč prostup jednoduše a levně nedozdít či nedobetonovat. Odpověď je prostá, pouhé obezdění či dobetonování prostupu k líci vedené instalace nesplní některé požadované vlastnosti ucpávek, jejichž absence může vést ke vzniku požárního mostu. Je to zejména:

- schopnost uzavření prostupu požárně dělicí konstrukcí v případě odhoření instalace, což zamezí šíření požáru do vedlejších požárních úseků;
- redukce povrchových teplot nehořlavého potrubí na neexponované straně požárně dělicí konstrukce díky tepelněizolačním vlastnostem ucpávky;
- umožnění dilatačních pohybů prostupujících instalací;
- možnost odebrání, výměny nebo přidání instalací v průběhu životního cyklu stavby. Ucpávky jsou úmyslně konstruovány tak, aby je bylo v případě potřeby snadné rozebrat, nebo do nich vyříznout otvor a následně je jednoduchými úkony opět uvést do provozuschopnosti.

V současné době jsou nejpoužívanějšími systémy produkty firem Intumex, Promat a Hilti.

Měkké ucpávky



Měkké ucpávky se skládají z nehořlavého jádra, které je tvořeno jednou nebo dvěma vrstvami minerální vlny s vyšší objemovou hmotností ($>100 \text{ kg/m}^3$) a povrchového intumescentního tmelu (stěrky), který v případě tepelného zatížení začne prudce zvětšovat svůj objem a tím utěšňovat otvory po vyhořelých instalacích z plastických hmot. Tato vrstva je nanášena celoplošně na povrch desek z minerální vlny, musí přesahovat i na okolní konstrukce (zajištění celistvosti) a prostupující instalace včetně prostupujících podpurných konstrukcí (nejčastěji kabelové lávky) a to na obou stranách řešeného prostupu. Přesah nátěru na instalacích bývá obvykle alespoň 150 mm. V některých případech bývá hmota použita i na ostění a instalacích uvnitř ucpávky.



Obr. 48 Měkká ucpávka Promat

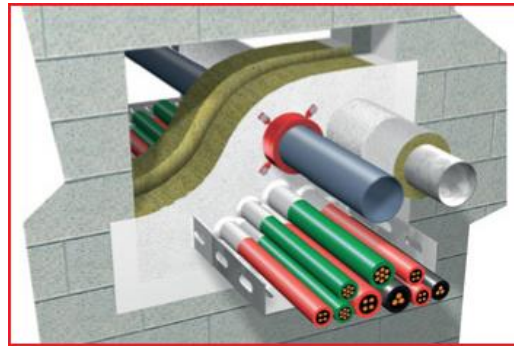
Měkké ucpávky se realizují zejména pro kabelové prostupy a plastové potrubí do průměru 50 mm (DN50), kde jsou ještě intumescentní hmoty společně s minerální vlnou schopny plnohodnotně plnit svoji funkci. Při větších průměrech hořlavých potrubí je nutné používat ještě další typy ucpávek, např. manžety. Měkká ucpávky se dá rovněž použít k prostupu nehořlavého potrubí s hořlavou tepelnou nebo zvukovou izolací. Opět je však rozhodující průměr potrubí a tloušťka izolace kolem potrubí. V každém případě je nejdůležitější držet se požadavků z technického listu dané ucpávky, kde výrobce přesně specifikuje podmínky, které je při realizaci nutné dodržovat. V případě měkké ucpávky je to:

- tloušťka a počet vrstev minerální vlny;
- objemová hmotnost, popř. další vlastnosti minerální vlny;
- tloušťka vrstvy protipožární stěrkové hmoty;
- přesahy stěrkové hmoty na okolní konstrukce a instalace;



- maximální velikost prostupu;
- podmínky pro prostupující instalace;
- požární odolnost.

Společnost Intumex má ve své nabídce požárně odzkoušené systémové řešení ucpávek, které se hodí do míst s větší koncentrací prostupujících instalací (kabelové trasy, instalační šachty atd.). Jedná se o tzv. sružený prostup, jehož základ tvoří měkká ucpávka, kterou mohou prostupovat různé druhy instalací zároveň, tedy neje bely, ale také plastová a kovová potrubí. V těchto případech je nutné dodržovat odzkoušené a výrobcem deklarované konfigurace prostupujících instalací.



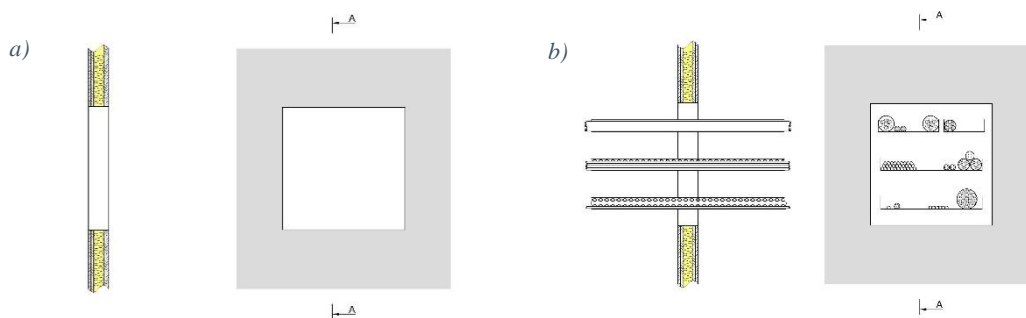
Obecně

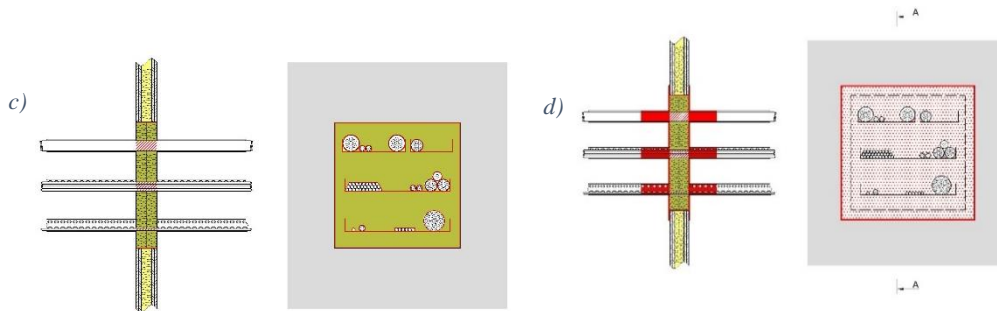
Obr. 49 Sružený prostup

jsou

měkké deskové ucpávky nejčastěji používaným systémem těsnění prostupů, zejména kabelových prostupů, ale také prostupů nehořlavých potrubí a hořlavých potrubí menších průměrů. Je to dáno jak jejich variabilitou (např. sružené prostupy), tak i cenou. Měkké ucpávky jsou ze systémů požárních ucpávek cenově nejdostupnější a to je v praxi, zejména pro investory, to nejdůležitější hledisko.

V ČR se běžně používají stěrkové hmoty PROMASTOP®, typ CC, PROMASTOP®, typ I, PROMASEAL®, typ A spray, Intumex® - AC, Intumex® - AS, Intumex® - CSP, HILTI CP 670, HILTI CP 673.





Obr. 50 Postup realizace měkké ucpávky: a) Prázdný otvor v konstrukci b) Umístění instalací c) Vyplnění otvoru minerální vlnou a tmelem kolem instalací d) Provedení povrchového protipožárního nátěru

Tvrdé

Tvrdé zejména k prostupů, kde se nebudou

v místech



ucpávky

ucpávky se používají těsnění kabelových předpokládá, že se kabely dlouhodobě vyměňovat a

zatížených klimatickými

vlivy nebo agresivním prostředím. Tvrdé ucpávky se realizují z protipožárních malt. Vnitřek ucpávky bývá v okolí kabelů doplněn o intumescentní protipožární tmel, který v případě požáru vyplní místo vzniklé po odhoření izolace kabelu. V případě menších otvorů bývá celý otvor zaplněn maltou, naopak v případě velkých, či nepravidelných otvorů bývá z důvodu úspory protipožární malty otvor částečně vyzděn pomocí téže malty a speciálních tvarovek (např. cihličky ze sádry). Tvrdá ucpávka vykazuje velkou odolnost vůči mechanickému poškození a lze ji díky svým pevnostním parametrům používat i v pochůzných nebo pojížděných podlahových konstrukcích.

V technickém listu tohoto systému musí výrobce podat informace o:

- tloušťce požární malty;
- podmínkách pro použití speciálních tvarovek;
- druhu, podmínkách použití a tloušťce protipožárních tmelů;
- podmínkách pro prostupující instalací;
- požární odolnosti systému.

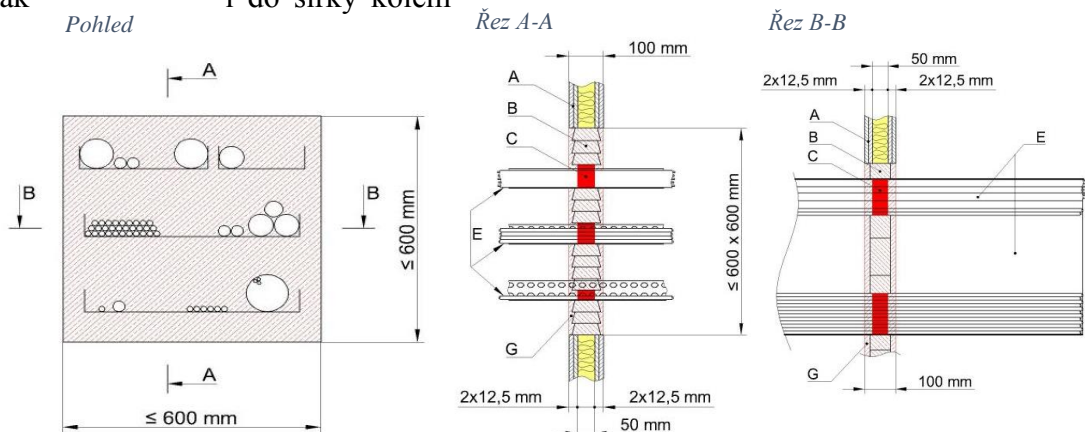


V ČR se na stavbách nejčastěji setkáme s protipožárními maltami HILTI CFS-M RG, PROMASTOP®-VEN, INTUMEX®-V. Cihličky na doplňkové vyzdění například INTUMEX®-B.

Legenda: A - stěna skladebné tloušťky minimálně 100 mm
B - protipožární cihla Intumex® B
C - protipožární tmel Intumex® MG
E - standardní konfigurace kabelů dle ČSN
G - protipožární malta Intumex® VEN

Protipožární tmely

Protipožární tmely při požáru napěňují a ucpávají tak prostor, který vzniknul po odhoření izolace kabelů nebo stěn hořlavého potrubí. Pro dosažení správného fungování ucpávky je v tomto případě velmi důležité aplikování předepsaného množství tmelu a to jak do hloubky, tak i do šířky kolem



utěšňované instalace.

Uvnitř prostupu pak bývá použita minerální vlna nebo jiný izolační materiál, který je

Obr. 52 Intumex tvrdá ucpávka doplněná cihličkami



z jedné
tmelem
V
tohoto
výrobce



nebo z obou stran
protipožárním
uzavřen.

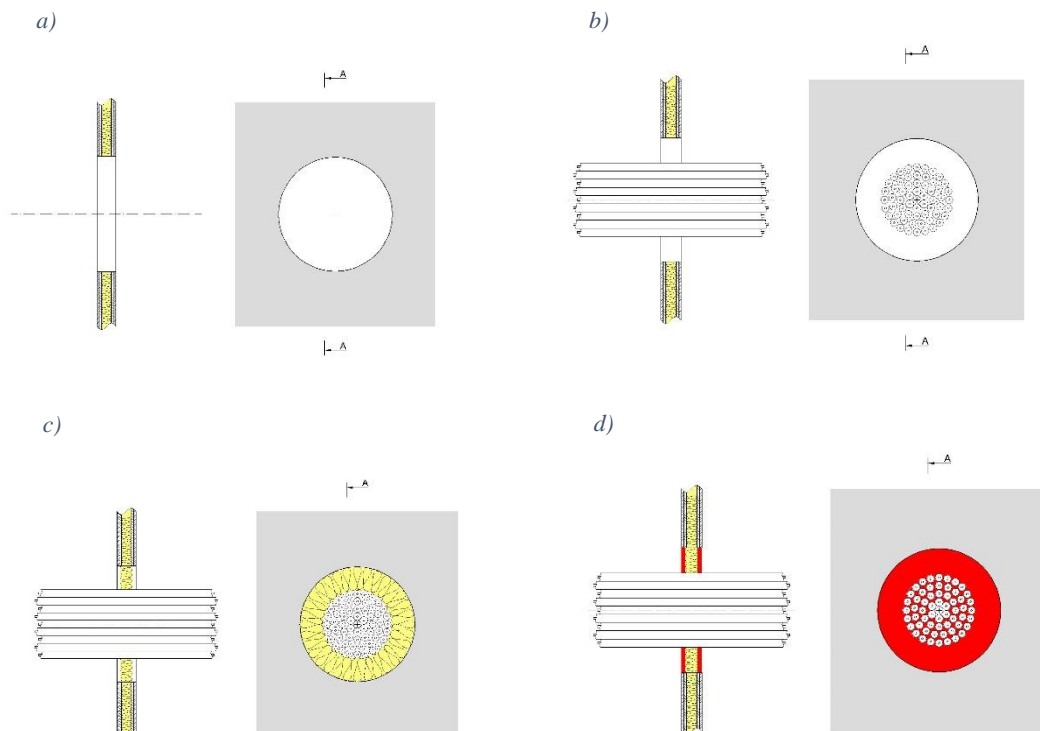
technickém listu
systému musí
podat informace o:

- použití
minerální vlny

uvnitř prostupu (popřípadě jiného izolačního materiálu);

- druhu, tloušťce a hloubce aplikace protipožárního tmelu;
- podmínkách pro prostupující instalace;
- požární odolnosti systému.

Protipožární tmely se používají na utěsnění jednotlivých kabelů, svazků kabelů, nehořlavých potrubí (často s doplněním minerální vlny na potrubí z obou stran prostupu) a hořlavých potrubí menších průměrů (většinou do DN50). Celková plocha prostupu bývá oproti měkkým a tvrdým ucpávkám menší.



Obr. 53 Postup použití protipožárního tmelu: a) Prázdný otvor b) Umístění svazku kabelů c) Vložení minerální vlny d) Aplikace tmelu



Obr. 54 Ucpávka z protipožárního tmelu s identifikačními štítky

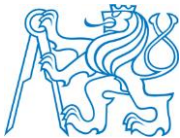
Protipožární tmely opět dodávají zejména HILTI (CP 601S, CP 611A), Promat (PROMASEAL®-AG, PROMASEAL®-mastic) a Intumex (INTUMEX®-MG, INTUMEX®-AN).

Protipožární pěny

Protipožární pěny mohou tvořit těsnění prostupujících instalací buď samostatně, nebo v kombinaci s protipožární stěrkovou hmotou či protipožárním tmelem. Obecně se pěny používají pro menší až středně velké prostupy. Standardní pěny (INTUMEX®-FS1, PROMAFOAM®-C) nemohou být použity samostatně z důvodu nedosažení požadované požární odolnosti. Požární odolnost lze zajistit aplikací protipožární stěrkové hmoty. Tento systém je podobný měkké ucpávce, avšak v ucpávce je namísto minerální vlny použita protipožární pěna. V tomto případě nám vznikne přepážka s velmi jednoduchou aplikací.

V technickém listu tohoto systému musí výrobce podat informace o:

- tloušťce vrstvy protipožární pěny (požárně dělící konstrukce);
- tloušťce vrstvy protipožární stěrky nebo protipožárního tmelu;
- přesazích stěrkové hmoty na okolní konstrukci a instalace;
- maximální velikosti otvoru;
- podmínkách pro prostupující instalace;
- požární odolnosti systému.



Na trhu jsou pak i dražší varianty protipožárních pěn, které na rozdíl od výše uvedených mají dostatečnou požární odolnost a nemusí být opatřeny povrchovými nátěry. Je to například protipožární pěna HILTI CFS-F FX. Velikost otvoru při použití této pěny může být až 400mm x 400mm. Používá se k utěsnění kabelů, kabelových svazků a kabelových lávek, nehořlavých potrubí do průměru 168mm a hořlavých potrubí do průměru 50mm. Hlavními výhodami jsou univerzálnost použití, snadné použití pro těžko přístupné prostupy, rychlost realizace, řešení bez jakýchkoliv dodatečných úprav.



Obr. 55 Ucpání otvoru pěnou Hilti CFS-F FX (tréninková stěna firmy HILTI)

Rozebíratelné ucpávky

Mezi rozebíratelné ucpávky patří především protipožární manžety, wrapy, sáčky (pytlíky), elastické cihličky, zátky a rukávy. Tyto ucpávky mají velké výhody jako např. suchá a rychlá montáž a demontáž, snadné doplnění, oprava či výměna instalací a opětovné používání ucpávky.

Protipožární manžety

Protipožární manžety se skládají z ocelové objímky a vnitřní intumescentní vložky na bázi zpěnitelných grafitů nebo speciálních laminátů. Manžety se obvykle nasazují na hořlavá plastová potrubí průměru až 250 mm. Vložka manžety začne při tepelném zatížení vyvíjet velký tlak, který přeruší a ucpe těsněné plastové potrubí a



zabrání tak šíření požáru do vedlejšího požárního úseku. Z důvodu působení velkých tlaků v případě požáru musí být ocelová manžeta dostatečně pevně kotvena k nosné konstrukci a to vždy pomocí nehořlavých kotevních prvků (kovových hmoždinek). Manžety se na těsněné potrubí osazují na obou stranách prostupu v případě stěn a pouze na spodním líci konstrukce v případě stropu. V některých případech mohou být manžety i částečně zapuštěny do požárně dělící konstrukce. Velikost manžety se určuje podle velikosti potrubí, v nabídce jsou také univerzální dlouhé manžetové pásy, ze kterých se na stavbě jednoduchým nařezáním vytvoří potřebné velikosti manžet. V dnešní době se stávají velmi oblíbenou alternativou systémy intumescentních pásů, omotaných kolem potrubí i ve více vrstvách a následně vsunutých do vytvořeného prostupu (např. systém INTUMEX WRAP). Pásky musejí být vsunuty do prostupu z toho důvodu, aby se při požáru z jedné strany „opřely“ o stěnu prostupu a pod tlakem expandovaly směrem do těsněné instalace.



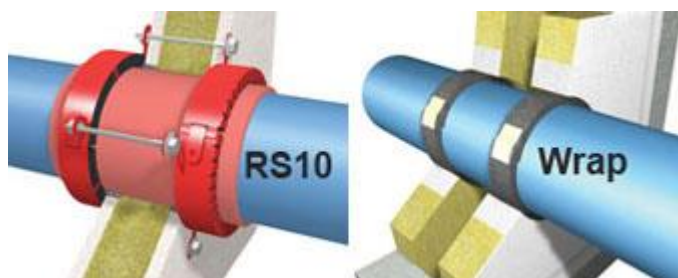
Obr. 56 Zkouška požární odolnosti (Levé potrubí není požárně utěsněné, Pravé potrubí je ošetřeno manžetou)

V technickém listu tohoto systému musí výrobce podat informace o:

- vnitřní úpravě prostupu;
- stranových orientacích umístění manžety;
- podmínkách prostupujících instalací (materiál, max. průměr, apod.);
- požární odolnosti systému.



Obr. 57 Požární manžeta INTUMEX RS10 a těsnící pásek INTUMEX wrap



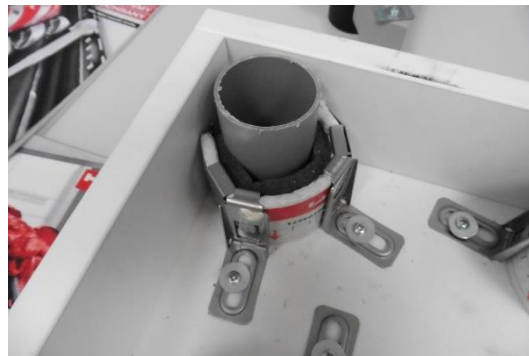
Obr. 58 Aplikace požární manžety a těsnícího pásku

Příklady typů manžet jsou například HILTI CP 643N, HILTI CP 644, flexibilní manžeta HILTI CFS-C EL, INTUMEX®-RS10, univer. manžeta INTUMEX®-UC.

a)



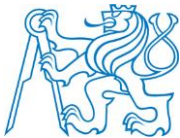
b)



Obrázek 59 Flexibilní manžeta HILTI CFS-C EL použitá v těžko přístupných místech a)koleno potrubí b)potrubí v rohu

Protipožární polštáře

Protipožární polštáře jsou ukázkovým příkladem snadno rozebíratelných ucpávek, které slouží především k utěšňování kabelů, případně i k utěšňování malopřůměrových potrubí. Povrch těchto polštářů je tvořen impregnovanou skleněnou tkaninou, která bývá doplněna tenkou polyetylenovou vložkou bránící pronikání



vlhkosti. Náplň polštářů bývá tvořena směsí lehkého inertního plniva (vermikulitu, experlitu) a zpěnitelného grafitu, případně intumescentní směsí s aditivy, v některých případech i s přidavkem minerálních vláken či písku. V ucpávce se mohou kombinovat i různé velikosti polštářů, pokud je výrobce nabízí. Tento druh ucpávky je vhodný i k dočasnému ucpání otvoru ve stěně či stropu v průběhu výstavby.

V technickém listu tohoto systému musí výrobce podat informace o:

- podmínkách a orientaci ukládání protipožárních polštářů;
- podmínkách prostupujících instalací (materiál, průměr atd.)
- požární odolnosti systému.

Výrobci je hned několik a každý má svůj systém protipožárních polštářů. K největším výrobcům opět patří Hilti (HILTI CP 651) a Intumex (INTUMEX®-PS).



Obr. 61 Polštáře Intumex PS



Obr. 60 Použití sáčků Hilti CP 651 ve stěně



Obr. 62 Použití sáčků Hilti CP 651 ve stropní konstrukci

Elastické cihličky a zátky

Elastické cihličky a zátky jsou nejčastěji vyráběné z elastického požárního polyuretanu. Zátky slouží především k těsnění malého počtu kabelů nebo k vytvoření tzv. slepé ucpávky – ucpávka bez prostupující instalace. Elastické cihličky jsou



stlačitelné až na 50 % jejich objemu a při správné realizaci ucpávky je vytvořena sestava cihliček velmi kompaktní a těsná. Na pohled pak sestava trochu připomíná neomítnutou cihlovou zeď. K vyplnění volných míst kolem kabelů se použije výplňový intumescentní tmel.

Největší dodavatelé opět Hilti (HILTI CFS-BL, HILTI CFS-PL) a Intumex (INTUMEX®-FB, INTUMEX®-FP).



Obr. 63 Cihlička Hilti CFS-BL a její aplikace



Obr. 64 Zátka Hilti CFS-PL a její aplikace

Protipožární rukáv

Výrobce HILTI má ve své nabídce velmi zajímavý typ ucpávky pro vedení kabelů. Jedná se o protipožární rukáv HILTI CFS-SL. Používá se v malých až středně velkých otvorech ve stěnách a stropích k utěsnění kabelů nebo svazků kabelů. Mezi hlavní výhody patří rychlá montáž, plná funkčnost ihned po montáži, snadná kontrola ucpávky a snadná výměna či doplnění kabelů. Proto je tento systém vhodný do míst



s častou výměnou kabelů jako jsou serverovny, multifunkční sály atd. Manipulace s ucpávkou je velmi jednoduchá, stačí pouze pootočit vnitřní částí ucpávky proti směru hodinových ručiček a střední část ucpávky se rozevře a naopak při otočení po směru hodinových ručiček se ucpávky kolem kabelů uzavře. V rukávu jsou po obvodu umístěné intumescentní pásy, které v případě tepelného zatížení rukáv pod tlakem uzavírají.



Obr. 65 Protipožární rukáv Hilti CFS-SL

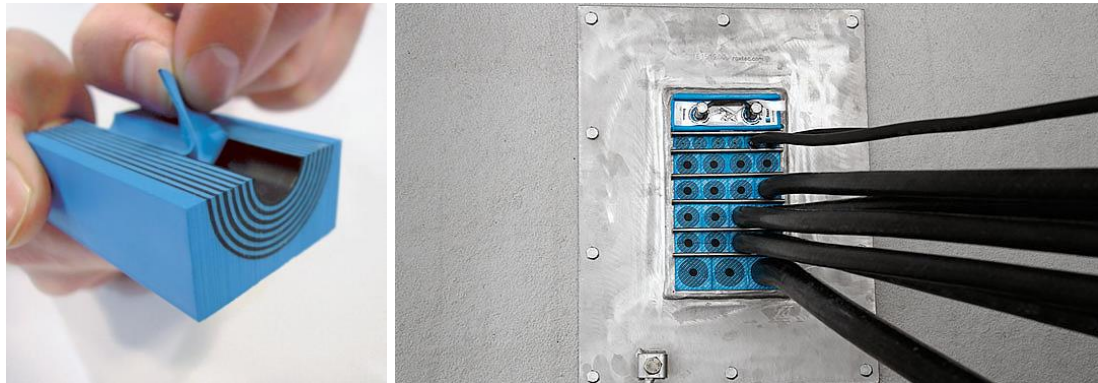
Atypické ucpávky

Tento druh ucpávek se používá do konstrukcí, na které jsou kromě požární odolnosti kladeny ještě další požadavky. Mohou to být požadavky na zvýšenou pevnost v tlaku, plynotěsnost nebo více požadavků zároveň, tzv. víceúčelové ucpávky. Jsou to propracované systémy, používané v náročných podmínkách chemického průmyslu, jaderných elektráren, telekomunikačních rozvodů, zkrátka všude tam, kde by selhání ucpávky mělo za následek velké škody nebo ohrožení lidských životů.

Obvykle se jedná o flexibilní tvarovky, které jsou vyrobeny již přímo pro konkrétní velikosti kabelů. Tyto tvarovky se následně společně s kabelem vkládají do



ocelového rámu, kde jsou pomocí šroubů pevně zafixovány. V ČR dodává tyto systémy např. firma Roxtec. Systém této firmy používá univerzální tvarovky, ze kterých si zákazník jednoduchým odloupením vrstev tvarovky vytvoří požadovaný průměr. Tvarovky se mohou umístit do hranatých i kulatých rámu, což umožňuje větší variabilitu otvorů.



Obr. 66 Flexibilní univerzální tvarovka a její aplikace

3.2.5 Problémy v projektování a realizaci ucpávek instalací

Většina problémů při realizaci ucpávek vyplývá z nedostatečného řešení ucpávek v projektové dokumentaci. Projektant požární ochrany zpracuje dokumentaci, která je součástí projektové dokumentace pro stavební povolení. V této dokumentaci se mimo jiné objekt rozdělí do požárních úseků a určí se jejich parametry. Z pohledu požárních ucpávek instalací je právě tato dokumentace hlavním zdrojem o instalacích, které mají být požárně utěsněny. Projektant v této dokumentaci také uvádí požadavky na tyto prostupy, bohužel se však jedná o velmi obecné informace, často pouze opsané texty z norem. Dalším velkým problémem je nezpracovaná výkresová část detailů prostupů. Zhotovitel těchto prostupů pak má velký nedostatek informací (materiály ucpávek, druh systému, rozměry prostupu atd.). Důsledkem pak bývá to, že zhotovitel nemůže dostatečně přesně ocenit zakázku a určit investiční náklady na protipožární řešení prostupů, nebo třeba pozdější improvizace při realizaci těsnění prostupu, což je vždy velmi špatné řešení.

V projekční fázi by měl být rozhodně kladen větší důraz na zpracování výkresových detailů prostupů a na poznámky na výkresech, které by měly uvádět



všechny podrobnosti o daném prostupu, popřípadě přímo odkazovat na katalogové listy výrobce.

Jedním z největších problémů při řešení ucpávek prostupů je velká koncentrace instalací, kde se v jednom místě potkávají různě veliké kabely, hořlavá a nehořlavá potrubí, popř. i vzduchotechnické potrubí. Tato situace bývá opravdu velmi složitá a vytvořit detailní výkres se všemi potřebnými informacemi může trvat opravdu velmi dlouho a pokud je v projektu více takovýchto situací, tak z časové a finanční náročnosti je to velmi těžko řešitelná situace. Hned další problém může vzniknout při realizaci této ucpávky, kdy montážní firma nemůže navržené řešení provést pro nedostatek místa, nebo třeba pro změny, které instalační firmy provedly v rozporu s projektem.

Možná však nejpodstatnější informace je, že takto vytvořený komplex požárních ucpávek by měl v případě požáru bezchybně fungovat. Montážní firma musí garantovat dodržení všech požadovaných parametrů takto vzniklé ucpávky (celistvost, izolace, odolnost atd.), což by ale teoreticky neměla. Takto vytvořená sestava ucpávek totiž nikdy nebyla testována jako celek a nikdo nemůže zaručit, i přesto že jednotlivé atestované ucpávky požadavky na požární odolnost splňují, že takto nově vytvořená sestava odolá požáru po stanovenou dobu. Pokud firma nechce riskovat a bude se držet legislativy a norem, nikdy nemůže v tomto případě záruku poskytnout.

Řešit ucpávku pro takto koncentrované prostupy je opravdu složité a z pohledu vyhlášek a norem téměř neřešitelné. Tato situace ale má snadné a elegantní řešení, které se nachází již v projektové fázi. Pokud projektanti vhodně navrhnu a zkoordinují trasy vedených instalací, předejdou tím vzniku takto akumulovaných instalací v jednom místě požárně dělící konstrukce a tím umožní jednoduché a bezpečné navržení protipožární ochrany těchto prostupů.

3.3 Protipožární těsnění dilatačních a pracovních spár

Na stavbách dochází v průběhu stavby k vytvoření či vzniku stavebních a dilatačních spár. Samozřejmě i těmito úzkými prostupy se šíří požár, a proto je nutné spáry požárně utěšňovat. V případě stavebních spár dochází k minimálním pohybům konstrukcí v oblasti spáry, a proto u nich stačí zajistit především celistvost (aby nedocházelo ke vzniku trhlin) a dostatečnou požární odolnost při účinku požáru. U



dilatačních spár je potřeba zajistit stejné požadavky jako u spár stavebních, ovšem tyto spáry navíc musejí být schopny umožňovat pohyby konstrukcí, a přitom stále plnit svoji protipožární funkci. Při požáru jsou spáry namáhány extrémními podmínkami, které kladou na návrh a realizaci spáry vysoké nároky. Velikost objemových změn vlivem dotvarování či smršťování, nebo velikost deformací způsobených klimatickými vlivy lze snadno spočítat, ovšem při extrémním tepelném namáhání v případě požáru bývá deformace mnohem větší než spočítaná deformace ve stavu použití. I v této situaci však musí spára vykazovat dostatečnou požární odolnost a neumožňovat po stanovenou dobu šíření požáru.

Spára se klasifikuje dle ČSN EN13501-2 a ČSN EN 1366-4:

- **E** – celistvost;
- **I** – izolace;
- **H, V, T** – orientace a umístění spáry (H = vodorovná podpěrná konstrukce, V = svislá podpěrná konstrukce – svislá spára, T = svislá podpěrná konstrukce – vodorovná spára);
- **X** – spára bez pohybu;
- **M10** – schopnost pohybu v %;
- **M, F, B** – typ spojů (M = průmyslově vyráběný, F = tvořený na místě, B = oba případy);
- **W00 to 99** – rozsah šířky spáry (v mm).

Příklad označení spáry: EI 120-H-M20-F-W10 to 50

Norma opět říká, že požární odolnost těsnění spár musí být shodná s dobou požární odolnosti konstrukce, v níž se nachází. Přestože je tato definice snadno pochopitelná a výstižná, na stavbách jsou často viděny případy, kdy jsou stavební a dilatační spáry běžně vyplněny obyčejnou polyuretanovou pěnou s tenkou vrstvou omítky či štuky. Toto řešení je v případě požárně dělících konstrukcích zcela nedostatečné.

Řešením je vhodný výběr systému těsnění spáry na základě druhu spáry. V případě spár bez objemových a tvarových změn, způsobených možným pohybem konstrukce, lze použít materiály, které jsou schopny odolávat jen účinkům požáru. V



opačném případě je nutné navrhovat materiály, které jsou kromě požární odolnosti trvale elastické a i při jejich velkých tvarových a objemových změnách nedochází k trvalé deformaci.

Protipožární těsnění spáry bývá většinou řešeno jako kombinace minerální vlny s povrchovým nátěrem (tmelem). V případě širších spár je možné také použití elastických cihliček.

Materiály pro spáry bez dilatací jsou např. INTUMEX®CSP, INTUMEX®AN, INTUMEX®FB, HILTI CFS-S ACR, HILTI CP 670/673, PROMASEAL®-mastic atd.



Obr. 67 Kombinace minerální vlny a protipožárního nátěru (vlevo), Těsnění spáry protipožárním tmelem (vpravo)

Materiály pro spáry s dilatací jsou např. INTUMEX®AS, INTUMEX®SN, HILTI CP 601S, PROMASTOP®-silikon, PROMASTOP®-typ U atd.

3.4 Požární ochrana prostupů vzduchotechniky (VZT)

Specifickou skupinou prostupů jsou prostupy potrubí vzduchotechniky. Potrubí má za úkol zajistit dostatečné větrání budovy při běžném provozu, zajistit odvětrání objektu v případě požáru, a zároveň musí být navrženo tak, aby v případě požáru zabránilo jeho šíření a aby byl zajištěn odvod kouře či jedovatých plynů vzduchotechnickým potrubím. V této práci se autor zaměří na pouze na ochranu VZT při prostupu požárně dělící konstrukcí.



3.4.1 Normy a základní požadavky na prostupy vzduchotechniky

Rozvody vzduchotechniky se projektují podle již dříve uvedených norem ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804. Ovšem na rozdíl od projektování ucpávek prostupů instalací se k nim váže ještě jedna specifická norma ČSN 73 0872 – Požární bezpečnost staveb, Ochrana proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením. Problém se VZT potrubím je ten, že potrubí mají často velké průměry, a proto prostupy pro ně určené disponují taktéž velkými rozměry. Zároveň je uvnitř potrubí pouze vzduch, který šíření požáru ani trochu nebrání, naopak hoření ještě více podporuje.

Ochranná protipožární opatření prostupů vzduchotechniky spadají do kategorie požárně bezpečnostních zařízení, a proto se normy pro projektování stávají závazné. Rovněž Vyhláška 246/2001 Sb. určuje, že projektování vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení (požární klapky atd.) musí být zabezpečeno autorizovanou osobou.

Při požáru se musí zamezit šíření požáru skrz požárně dělicí konstrukci, a to jak kolem prostupujícího potrubí, tak i prostorem uvnitř potrubí. Pro zabránění šíření požáru a jeho zplodin uvnitř potrubí se do potrubí instalují požární klapky. Požární klapky musí vykazovat požární odolnost EI (t) a pokud klapky vedou do požárního úseku, určeného jako shromažďovací prostor, musí navíc splňovat parametr S (t) – požadavek na kouřotěsnost. Uzavírání požárních klapek musí být samočinné, tzn. musí taktéž splňovat doplňující parametr C. Požární klapky nemusí být osazeny, pokud se jedná o tyto případy:

- průřez prostupujícího potrubí má maximální plochu 40 000 mm² a jednotlivé prostupy mají celkovou plochu menší než 1% celkové plochy požárně dělicí konstrukce, vzdálenost prostupů musí být větší než 500 mm;
- potrubí je v celém požárním úseku provedeno jako chráněné - je dostatečně izolované, dostatečná izolace musí být provedena po celé délce potrubí v požárním úseku, včetně místa prostupu požárně dělicí konstrukce;
- potrubí je zajištěno jiným technickým zařízením proti šíření plamenů a zplodin z hoření ve vzduchotechnickém potrubí (např. zařízení pro odvod kouře a tepla), maximální plocha potrubí nesmí být větší než 40 000 mm², a zároveň



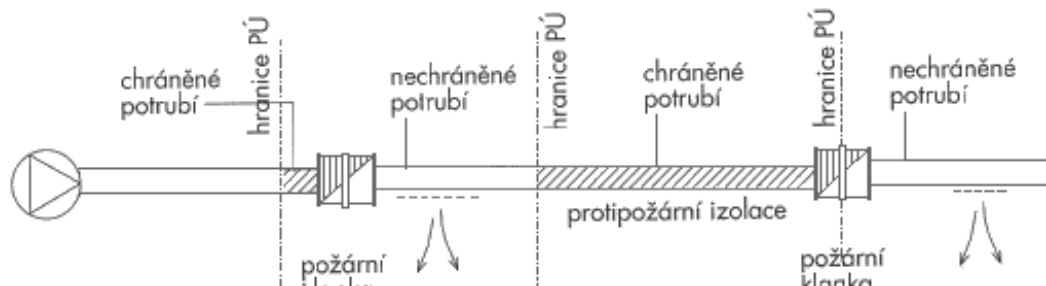
celková plocha prostupů nesmí být větší než 1 % plochy požárně dělící konstrukce.

V místě prostupu vzduchovodu požárně dělící konstrukcí musí být dodrženy tyto požadavky:

- v místě prostupu požárně dělící konstrukcí musí být potrubí vždy z nehořlavých hmot bez ohledu na to, zda prostup je nebo není opatřen požární klapkou;
- pokud je vzduchovod, který nevyžaduje v místě prostupu instalaci požární klapky (tj. má průřez pod 40 tis. mm²), opatřen izolační vrstvou (například tepelnou nebo akustickou), musí být tato izolace alespoň z nesnadno hořlavých hmot a to do vzdálenosti L rovnající se druhé odmocnině plochy průřezu, nejméně však 500 mm, měřeno od vnějšího líce požárně dělící konstrukce;
- pokud je vzduchovod opatřen požární klapkou zabudovanou v požárně dělící konstrukci, musí být potrubí na obou stranách požárně dělící konstrukce z nehořlavých hmot a to do vzdálenosti L, měřeno od líce požární klapky;
- pokud je vzduchovod opatřen požární klapkou zabudovanou mimo požárně dělící konstrukci, musí být potrubí mezi listem požární klapky (tj. úroveň vyznačenou na klapce) a požárně dělící konstrukcí ošetřeno tak, aby vzniklo chráněné potrubí (viz výše), na obou stranách požárně dělící konstrukce pak musí být potrubí z nehořlavých hmot a to do vzdálenosti L, měřeno od líce požární klapky (na jedné straně požárně dělící konstrukce) a od vnějšího líce požárně dělící konstrukce (na druhé straně této konstrukce);
- do vzdálenosti L nesmí být na vzduchovodu osazeny vyústky;
- každé místo prostupu vzduchovodu požárně dělící konstrukcí musí být utěsněno hmotou alespoň stejného stupně reakce na oheň jako je požárně dělící konstrukce, nejvýše však hmotou stupně reakce na oheň A2 (nehořlavé), těsnění (těsnicí konstrukce) musí mít požární odolnost shodnou s požární odolností konstrukce, kterou prostupuje (tj. s vlastnostmi EI), nejméně však 60



minut. K tomu je možno použít příslušné protipožární odzkoušené systémy, protipožární hmoty, tmely, pěny, desky atd.



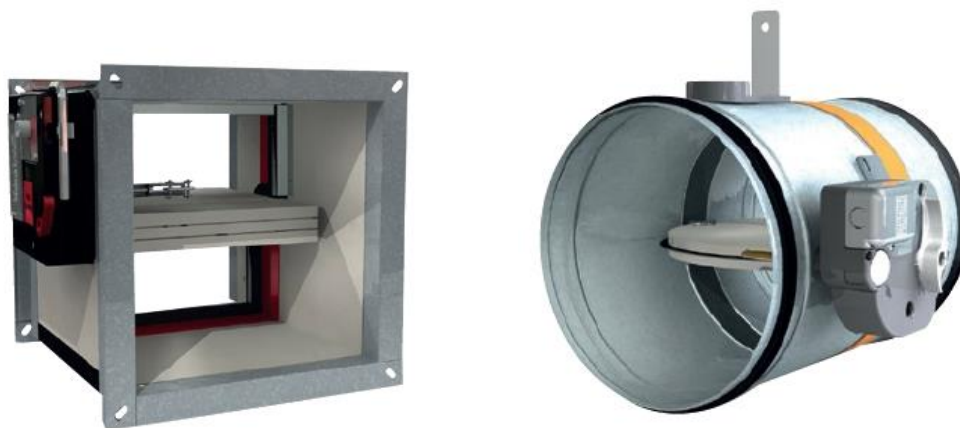
Obr. 68 Různé protipožární řešení těsnění vzduchovodu v sousedních požárních úsecích

3.4.2 Prvky protipožární ochrany prostupů vzduchotechniky

Požární klapky

Požární klapky jsou samostatným prvkem vzduchotechnického potrubí. Patří mezi nejznámější vzduchotechnické požární uzávěry pro prostupy vzduchotechnických potrubí požárně dělícími konstrukcemi. Požární klapky se automaticky uzavírají na základě teplotního, mechanického či elektrického impulsu, čímž dojde k zabránění šíření požáru a jeho zplodin po dobu požární odolnosti z místa požáru do dalších požárních úseků. Klapky se vyrábějí pro stupeň požární odolnosti 30, 60, 90 a podle potřeby i 120 minut. Obecně platí, že požární odolnost klapky určuje požární úsek s vyšším stupněm požární bezpečnosti.

Požární klapky musí být osazeny takovým způsobem, aby byla možná jejich pravidelná kontrola a obsluha, včetně provedení funkčních zkoušek. Klapku musí být z důvodu kontroly možno ovládat i manuálně. Všechny požární klapky musí být vyrobeny a atestovány dle zkušební normy ČSN EN 1366-2 a vybaveny certifikátem, vydaným autorizovanou osobou.



Obr. 69 Hranatá a kulatá protipožární klapka

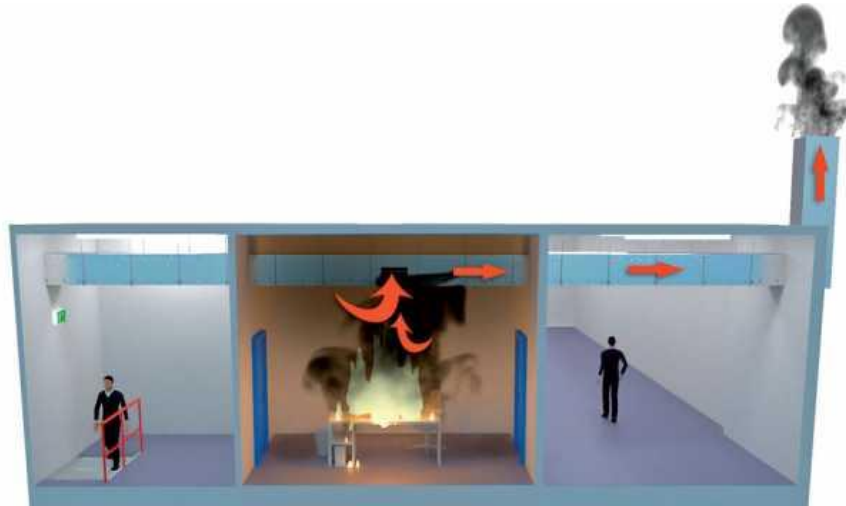
Požární izolace

Požární izolace se vyrábí z materiálů na bázi minerálních látek, které spadají do třídy reakce na oheň A1 nebo A2 (nehořlavé). Izolace se vyrábějí ve formě desek či rohoží. Materiály, ze kterých se izolace vyrábějí, musí být nehořlavé, odolávat vysokým teplotám a dobře pohlcovat teplo. Dále jsou to materiály, které tepelně izolují, a zároveň si i při působení tepelné zátěže udržují stejné pevnostní parametry. Finální výrobek i všechny materiály, které jsou v izolaci použity, musí být atestované výrobcem či dovozcem.

Pokud je vzduchotechnické potrubí v požárním úseku po celé délce chráněné protipožární izolací a to včetně místa prostupu požárně dělící konstrukcí (požární ucpávkou), není nutné oddělovat požární úseky požární klapkou. Chráněné vzduchotechnické potrubí musí mít dostatečnou požární odolnost odpovídající požadavku stupni požární bezpečnosti v daném požárním úseku.



Obr. 70 Chráněné vzduchotechnické potrubí nehořlavými deskami



Obr. 71 Funkce chráněného vzduchotechnického potrubí v případě požáru v jednom požárním úseku

Požární ucpávky

Tyto ucpávky musí zabránit šíření požáru a jeho zplodin prostupem do vedlejšího požárního úseku. Požární odolnost je zajištěna vytvořením požární ucpávky mezi vzduchovodem a vnitřní stranou prostupu požárně dělicí konstrukce. Prostor se vyplní např. minerální vlnou, která se z obou stran prostupu opatří protipožárním nátěrem či tmelem. Musí se dodržet dostatečná tloušťka nátěru či tmelu a přesahy na okolní konstrukci zajišťující celistvost požárně dělicí konstrukce. Více informací viz. Kapitola požární ucpávky prostupů

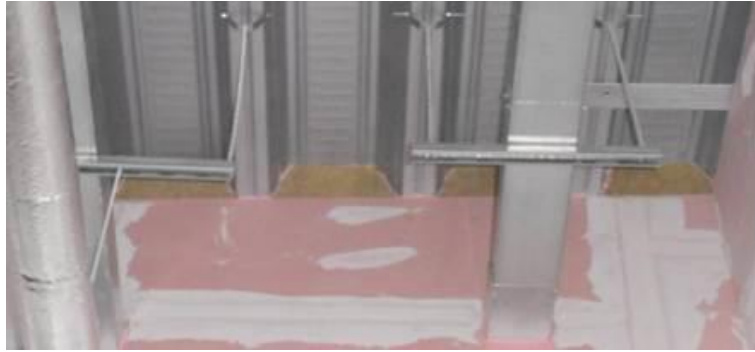


Obr. 48 Požární ucpávka prostupu vzduchovodu



3.5 Ukázky chybných řešení ucpávek

Na následujících obrázcích je možné vidět špatná řešení požárních ucpávek, která jsou způsobená neznalostí požadavků na daný typ ucpávky či pracovní nekázní při realizaci ucpávky.



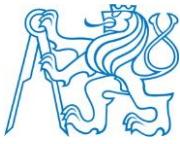
Obr. 49 Minerální vlna bez protipožárního nátěru



Obr. 50 Izolace je provedena z hořlavého materiálu EPS



Obr. 51 Protipožární nátěr bez přesahů na okolní konstrukci a instalace



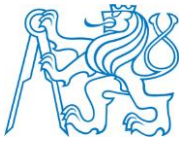
Obr. 52 Chybí kovová objímka kolem zpěňujícího těsnícího pásku



Obr. 53 Objímka manžety není připevněna k požárně dělící konstrukci



Obr. 54 Příliš velký otvor v požárně dělící konstrukci, požár se bude šířit kolem manžety



Obr. 55 Nedostatečné utěsnění prostupu protipožárními polštáři



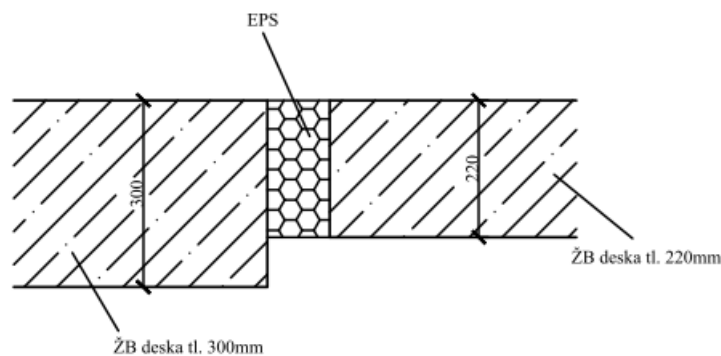
Obr. 56 Prostup není protipožárním materiálem zcela vyplněn



4. Příklad špatného řešení dilatační spáry z praxe

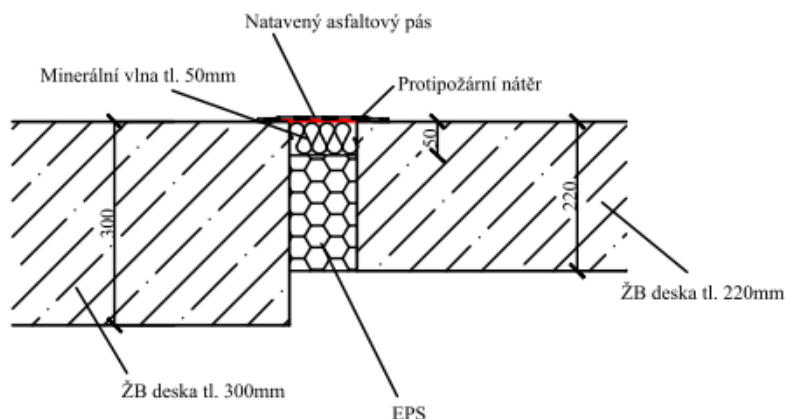
Zde bych se chtěl zmínit o jedné situaci z praxe, které jsem měl možnost být přítomen. Jedná se o problém, který vznikl na nejmenované stavbě při realizaci požárního utěsnění dilatační spáry. Na stavbu jsem se dostal se zástupcem firmy, vyrábějící požární ucpávky, která byla dodavatelem požárních ucpávek této stavby. Jednalo se o kontrolu již zrealizovaných ucpávek. Fotodokumentaci bohužel nemám, protože jsem na žádost stavbyvedoucího nemohl danou situaci fotit. Zpracoval jsem tedy jednoduchá schémata vzniklého problému v programu AutoCad a na nich daný problém vysvětlím.

Jednalo se o dilatační spáru ve stropní konstrukci mezi stávající částí objektu a nově přistavovanou částí objektu. Stropní konstrukci tvořily železobetonové stropní desky tloušťek 220 mm a 300 mm. Předtím, než se začalo s protipožárním utěšňováním spáry, byla spára, široká cca 10 cm, vyplněna deskami z EPS.



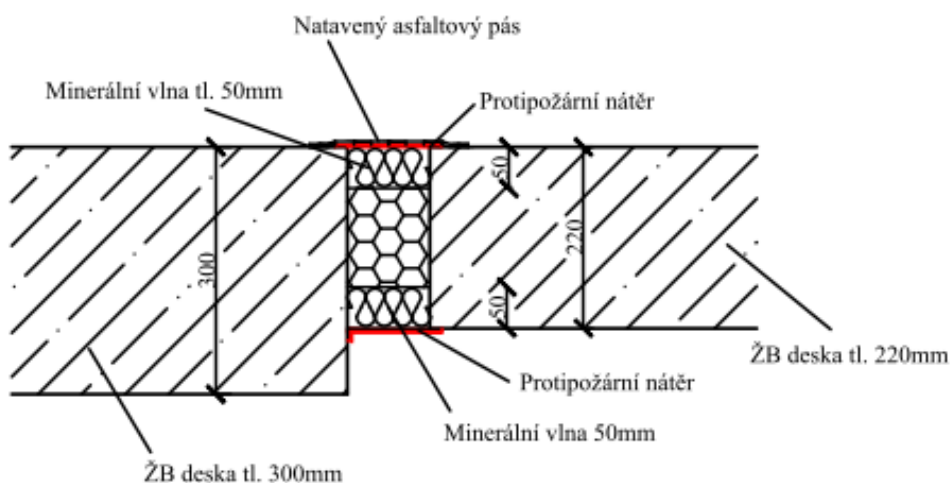
Obr. 57 Původní stav dilatační spáry

Když jsme na stavbu přišli, spára byla zakryta asfaltovým pásem. Bylo nám od stavebního dělníka řečeno, že je spára provedena přesně podle požadavků daného systému ucpávky. Vysvětlil nám, že výplňový polystyren EPS vydlabal do hloubky 5 cm, následně do spáry vložil minerální vlnu, spáru přetřel protipožárním nátěrem, a aby se nátěr mechanicky v průběhu stavby nepoškodil, natavil přes něj asfaltový pás jako ochrannou vrstvu.



Obr. 58 Skutečné provedení dilatační spáry

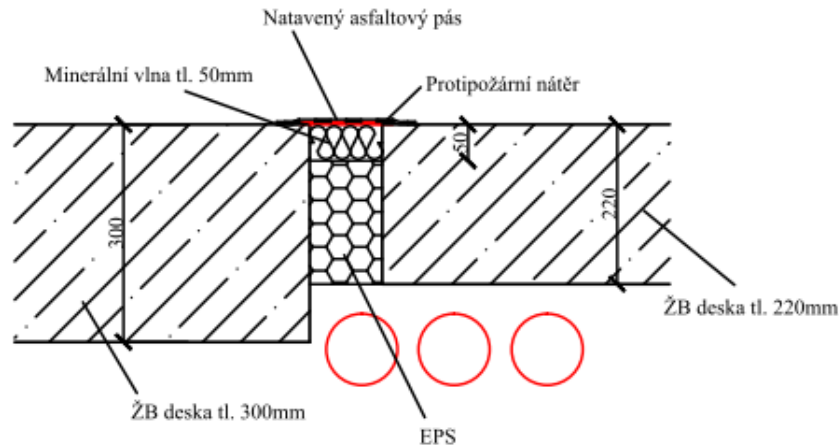
Stavební dělník tvrdil, že vše udělal podle požadavků na daný systém těsnění spáry, ovšem v požadavcích byla tloušťka minerální vlny 100 mm, tzn. dvojnásobná vrstva, než která ve spáře skutečně byla. A problém byl na světě. Okamžitě bylo jasné řečeno, že tato ucpávka musí mít požadovaných 100 mm minerální vlny, jinak je chybně provedena a nebude schválena a označena identifikačním štítkem. Hned se začalo hledat řešení, kterým by se dal daný problém vyřešit. Snažilo se předejít tomu, aby se musel asfaltový pás i s nátěrem strhnout a dodatečně do spáry vložit dalších 5 cm vlny. Zástupce dodavatele navrhnul, že se zbývajících 5 cm vlny může do spáry vložit zespoda, což se jevílo jako jednoduché a elegantní řešení. Stačilo by tedy zespodu odstranit EPS do hloubky 5 cm, vložit minerální vlnu a popřípadě opatřit protipožárním nátěrem.



Obr. 59 Navrhované řešení ucpávky dilatační spáry

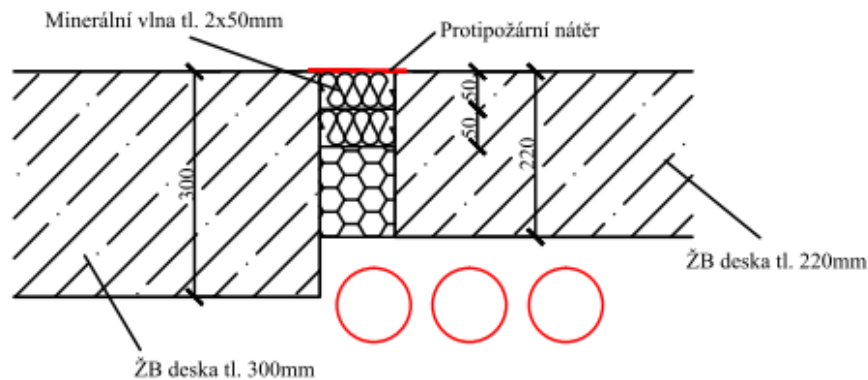


Když se zdálo, že je problém vyřešen, zjistili jsme, že pod stropem jsou již vedeny rozvody instalací, a proto není zesponu do spáry umožněn přístup.



Obr. 60 Vedení instalací brání přístupu do spáry ze spodní strany

Tato situace tedy znamenala jediný možný způsob řešení. Asfaltový pás musel být společně s nátěrem odstraněn, minerální vlna se musela vyndat, EPS se musel ve spáře prohloubit o dalších 5 cm a spáru bylo nutné doplnit dalšími 5 cm minerální vlny.



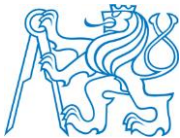
Obr. 61 Finální řešení ucpávky dilatační spáry

Vrcholem všeho bylo, že v průběhu realizace ucpávky evidentně stihlo do minerální vlny napršet, a když se odstranil asfaltový pás a nátěr, byla minerální vlna plná vody. To znamená, že i kdyby bylo ve spáře předepsaných 10 cm vlny, ale ta byla takto nasáknutá vodou, ucpávka by rozhodně nebyla plně funkční.



Na tomto příkladu jsem chtěl poukázat na to, jak jednoduše se dá realizace ucpávky zkazit, když se nedodrží výrobce předepsané požadavky. Toto je krásná ukázka pracovní nekázně, kdy pracovník tvrdil, že požadavky na ucpávku určitě splnil, ovšem nebylo tomu tak. Druhá věc je voda v minerální izolaci. Pokud by se totiž ucpávka znovu nemusela otevírat, na vlhkost v minerální izolaci by se nijak nepřišlo a to by samozřejmě v budoucnu mohlo způsobit velké problémy.

Z důvodu takovéto nekázně dochází často na stavbách k podobným problémům a kromě nervů to stojí zbytečný čas i peníze.



5. Požární ucpávky bytového komplexu v Kobyliších

V této kapitole se věnuji finančnímu zhodnocení realizace požárních ucpávek novostavby bytového domu v Praze – Kobyliších.

Identifikace stavby:

Stavebník: CTR group a.s., Sladkovského nám. 1/520 130 00 Praha 3

Stavba: Obytný soubor CTR Kobylišy II. Etapa objekty C a D, ulice Čumpelíkova, Březiněvská, Bořanovická – Praha 8 Kobylišy
Parcelly č. 1522/5, 1604/3, 1604/16, 1604/17, 1604/22 v k.ú. Kobylišy

Popis stavby: Jedná se o výstavbu 5-ti podlažního bytového domu se dvěma podzemními podlažími konstrukčně řešeného jako ŽB monolit.

Zhotovitel: Metrostav a.s., Koželužská 2450/4, 180 00 Praha 8 – Libeň

Stavbyvedoucí: Ing. Marek Kubr



Obr. 62 Stavba CTR group a.s., bytového domu v Kobyliších



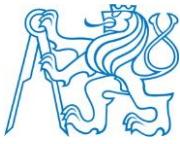
Dne 5. května 2016 jsem se byl na stavbě v Kobylisích podívat. Na stavbu jsem se vydal se záměrem prohlédnout si stavbu, zejména pak řešení požárních ucpávek. Požární ucpávky již byly hotové, a proto jsem bohužel neměl možnost zdokumentovat realizaci některé z ucpávek. Na stavbě jsem dostal povolení podívat se do podzemních garáží, kde byly nejlépe vidět hotové požární ucpávky. Na následujících fotkách jsou zdokumentovány některé z nich.



Obr. 63 Kobylisy – ucpávka řešena jako kombinace protipožárního nátěru a manžety



Obr. 64 Kobylisy – Ucpávka řešena vložením zpěňujících pásů do prostupu kolem potrubí



Obr. 65 Kobylice - Nehořlavá potrubí jsou opatřena protipožárním nátěrem, hořlavá zpěňujícími pásy



Obr. 66 Kobylice – Použití zpěňujícího pásu na plastovém potrubí, protipožárního nátěru na vzduchovodu a kombinace protipožárního nátěru a tepelné izolace na rozvodech topení



Jak můžete z fotodokumentace vidět, dodavatelem požárních ucpávek byla firma DKNV stavební s.r.o. a použity byly protipožární systémy firmy Hilti. Veškeré informace spojené s požární ochranou objektu jsou popsány v technické zprávě požárně bezpečnostního řešení stavby. V případě požárních ucpávek je ve zprávě prakticky uvedeno pouze to, systémy jaké firmy budou při stavbě použity. Technická zpráva je uvedena v příloze. V příloze je také k nahlédnutí požární výkres 1.NP bytového domu, kde jsou zakresleny jednotlivé požární úseky, prvky požární ochrany a požárně dělící konstrukce s vyznačenou požadovanou požární odolností.

Mým úkolem bylo zjistit přibližnou cenu požárních ucpávek na této stavbě. Přesné cena téměř stanovit nelze, protože na stavbě dochází v průběhu realizace k vynuceným či nevynuceným změnám řešení a to se na ceně samozřejmě projeví. Pokusil jsem se tedy z podkladů, které jsem měl k dispozici, spočítat cenu dodávky požárních ucpávek. K dispozici jsem měl počty a rozmístění jednotlivých navrhovaných požárních ucpávek a jednotkové ceny daných materiálů. Vytvořil jsem si tedy tabulku, ve které jsem spočítal celkovou cenu požárních ucpávek. V příloze je uvedena detailnější tabulka výpočtu ceny ucpávek, zde jsou v tabulce uvedeny ceny za ucpávky jednotlivých typů instalací a cena celková.

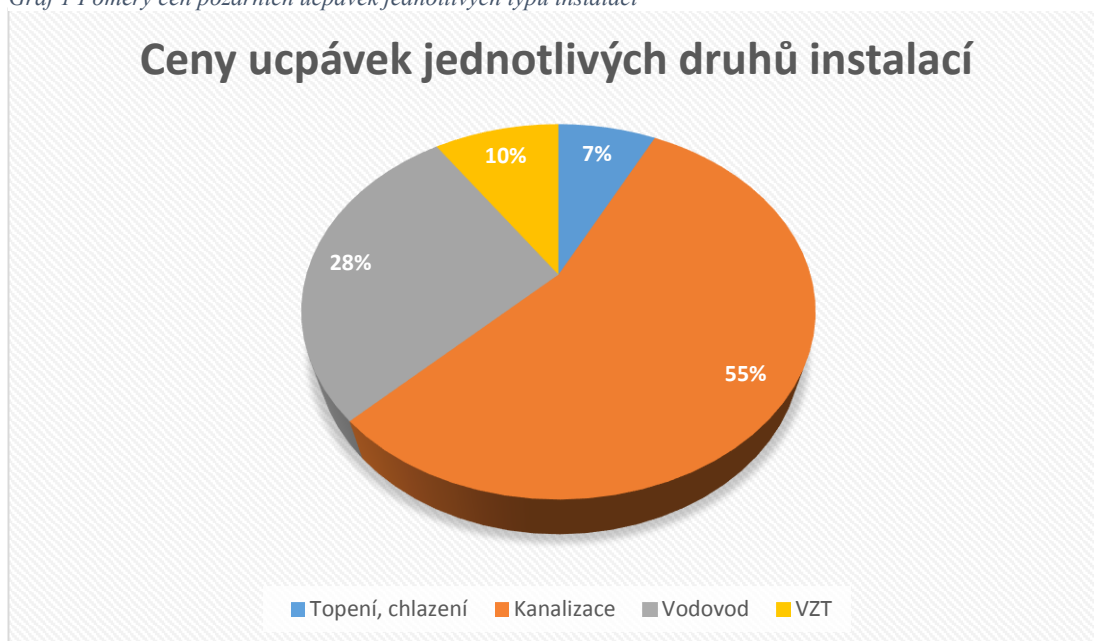
Tabulka 5 Kobylice - cena požárních ucpávek

Cena požárních ucpávek na stavbě bytového domu v Kobylicích	
Druh těsněné instalace	Cena v Kč
Topení, chlazení	45250
Kanalizace ležatá 1.PP	152600
Kanalizace stoupačí potrubí	183600
Vodovod	169582
Vzduchotechnika	57886
Celkem	608918

Z tabulky vyplývá, že nejnákladnějšími systémy ucpávek jsou ty, určené pro těsnění hořlavých potrubí (kanalizace, vodovod). Celková cena požárních ucpávek této stavby vyšla 608 918 Kč.



Graf 1 Poměry cen požárních ucpávek jednotlivých typů instalací



Mojí snahou bylo zjistit, jakou část z celkové ceny stavby činí cena požárních ucpávek. Bohužel se mi nikde nepodařilo zjistit cenu stavby. Na všechny mé telefonáty a maily mi bylo odpovězeno, že z důvodu právní ochrany těchto informací, nebude developerská společnost a stejně tak ani generální dodavatel stavby, tyto informace poskytovat. Po debatách s odborníky byla odhadnuta cena stavby 300 mil. Kč. Z této odhadované celkové ceny by pak požární ucpávky tvořily cca 0,2 %. Je to velmi malá část oproti jiným nákladům na realizaci stavby a rozhodně by se na požárních ucpávkách z hlediska bezpečnosti osob v průběhu užívání stavby nemělo šetřit.



6. Závěr

V práci jsem se zabýval ochranou prostupů stavebními konstrukcemi. Během zpracovávání tohoto tématu jsem zjišťoval, jak málo se tato problematika v praxi řeší. Týká se to zejména oblasti požární ochrany a požárních ucpávek. V technických zprávách a projektové dokumentaci dodávané jako podklad pro realizaci stavby se požárnímu těsnění prostupů věnuje velmi malá pozornost. Není se pak čemu divit, že v praxi kolikrát narazíme na nevhodná řešení požárních ucpávek. Ono totiž ve většině případů ani nejsou dostatečné podklady pro konkrétní řešení ucpávky na stavbě, a tak je vlastně kolikrát jen na stavebním pracovníkovi, jak daný prostup utěsní.

Spousta lidí se proto domnívá, že špatně provedené utěsnění prostupu je vždy chyba pracovníka, který těsnění realizuje. Ovšem opravdový problém vzniká dávno předtím, již v projektové fázi, kdy projektant neřeší detailní zpracování požárních ucpávek a nedodá tolik potřebnou dokumentaci ke správnému provedení ucpávek. Toto se týká především složitějších prostupů instalací, zejména pak velké koncentraci instalací v jednom místě.

Tento problém zcela jistě bude ještě pár let trvat, protože v dnešní době, kdy jde čistě jen o finanční stránku, nikdo neudělá nic navíc, než to co je nutné. Je jasné, že pokud se nezavedou přísnější požadavky na projektovou dokumentaci, tím myslím především na tyto kritické detaily, problém bude zcela jistě dále přetrvávat.

Z těchto důvodů si myslím, že jediným možným řešením je odborné školení dodavatelů řemesel výrobcí požárních ucpávek a systémů. Vyškolení pracovníci těchto řemesel by pak na stavbě sami dokázali vhodným způsobem řešit prostupy tak, jak výrobce předepisuje a předejít tím následným úpravám ucpávek, které stojí čas i peníze. A o peníze přeci v dnešním světě jde.

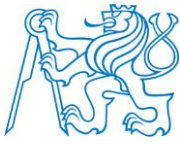


7. Seznam použité literatury

- [1] HOMOLA, Miroslav. Prostupy potrubí a kabelů stavebními konstrukcemi. *Český instalatér*. 2003, 2003(5/2003), 1-3.
- [2] Prostupy stavebními konstrukcemi. *PROSTUPY.CZ*. [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.prostupy.cz/vodotesne-plynotesne-prostupy-pro-kabely-a-potrubi>
- [3] Jádrové vrtání. *PROSTUPY.CZ*. [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.prostupy.cz/jadrove-vrtani-a-montaze>
- [4] Plynotěsné a vodotěsné prostupy inženýrských sítí do budov. *Elektrotechnika v praxi*. 2009, 2009(4/2009), 3-4.
- [5] Bezpečné prostupy. *GETRA těsnící prostupy*. [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.tesniciprostupy.cz/problematiky/bezpecne-prostupy>
- [6] HOMOLA, Miroslav. Systémové prostupy stavebními konstrukcemi. *Bazén & sauna*. 2015, 2015(6/2015), 7-8.
- [7] FRYŠ, Michal. Systémová řešení vodotěsných a plynotěsných prostupů spodní stavby. *izolace.cz*. [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.izolace.cz/clanky/detail/3395-systemova-reseni-vodotesnych-a-plynotesnych-prostupu-spodni-stavby>
- [8] KOLEKTIV AUTORŮ. *Stavby a požáry*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT ve spolupráci s Profesní komorou požární ochrany, 2015. ISBN 978-80-87438-61-9.
- [9] Těsnění prostupů instalací. CHUDĚJ, František a KUPILÍK, Václav. *Nové systémy v požární ochraně: textové materiály projektu Celoživotního vzdělávání v požární ochraně ... 1*. Praha: Profesní komora požární ochrany, 2008, s. 83-100. ISBN 978-80-01-03944-1.
- [10] KUPILÍK, Václav. *Stavební konstrukce z požárního hlediska*. Praha: Grada, 2006. Stavitel. ISBN 80-247-1329-2.
- [11] VAŠÁTKO, Eduard. Kabelové rozvody a instalace v požárně dělicích konstrukcích. *J.SEIDL & spol., s.r.o.* [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.seidl.cz/cz/publikace/kabelove-rozvody-a-instalace-v-pozarne-delicich-konstrukcich-74.html>



- [12] POKORNÝ, Marek. Rizika spojená s použitím plastických hmot v instalačních šachtách z požárního hlediska. *Technický zpravodaj* [online]. 2007, 2007(32), 7-15 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.seidl.cz/cz/technicky-zpravodaj/technicky-zpravodaj-32/rizika-spojena-s-pouzitim-plastickyh-hmot-v-instalacnich-sachtach-z-pozarniho-hlediska-38.html>
- [13] VAŠÁTKO, Eduard. Některé chyby a omyly při aplikaci materiálů v požární ochraně. *J.SEIDL & spol., s.r.o.* [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.seidl.cz/cz/publikace/nektere-chyby-a-omyly-pri-aplikaci-materialu-v-pozarni-ochrane-2-64.html>
- [14] Kontroly provozuschopnosti požárně bezpečnostního zařízení. *revizekontroly.cz*. [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.revizekontroly.cz/pozarni-bezpecnost/item/kontroly-provozuschopnosti-pozarne-bezpecnostniho-zarizeni>
- [15] POKORNÝ, Marek. Protipožární ochrana kabelových instalací. *Elektroinstalatér*. 2007, 2007(6/2007), 19-22. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4809-protipozarni-ochrana-kabelovych-instalaci>
- [16] TOMAN, Stanislav. Protipožární ochrana potrubních prostupů. *Vytápění větrání instalace*. 2003, 2003(5/2003), 28-42. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2037-protipozarni-ochrana-potrubnich-prostupu>
- [17] TOMAN, Stanislav. Protipožární ochrana vzduchotechnických potrubních prostupů. *Vytápění větrání instalace*. 2004, 2004(5/2004), 19-22. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2418-protipozarni-ochrana-vzduchotechnickyh-potrubnich-prostupu>
- [18] KRATOCHVÍL, Václav, NAVAROVÁ, Šárka. Prostupy požárně dělicími konstrukcemi. *STAVEBNICTVI3000.CZ*. [online]. 19.5.2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/prostupy-pozarne-delicimi-konstrukcemi/>
- [19] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. V Ostravě, 2011. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-103-3.
- [20] POKORNÝ, Marek. *Instalační šachty z požárního hlediska*. Praha, 2012. Disertační práce. ČVUT. Vedoucí práce Doc. Ing. Václav Kupilík, CSc.
- [21] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- [22] ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty (květen 2009)



[23] ČSN 73 0804 - Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty (únor 2010)

[24] ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb - Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí (duben 2009)

[25] ČSN 73 0872 - Požární bezpečnost staveb - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (leden 1996)

Katalog výrobků, Promat s.r.o.

Katalog výrobků, Intumex

Katalog výrobků, HILTI



8. Seznam obrázků

Obr. 1 Nevhodné těsnění prostupu PUR pěnou a protékání vody do objektu	11
Obr. 2 Nevhodné těsnění prostupu PUR pěnou a protékání vody do objektu	11
Obr. 1 Nevhodné těsnění prostupu PUR pěnou a protékání vody do objektu	11
Obr. 2 Nevhodné těsnění prostupu PUR pěnou a protékání vody do objektu	11
Obr 3 Vzlínání vody objektu podél hladkého potrubí.....	11
Obr 4 Vzlínání vody objektu podél hladkého potrubí.....	11
Obr 3 Vzlínání vody objektu podél hladkého potrubí.....	11
Obr 4 Vzlínání vody objektu podél hladkého potrubí.....	11
Obr. 5 Možnosti různých druhů těsnění prostupů	12
Obr. 6 Možnosti různých druhů těsnění prostupů	12
Obr. 5 Možnosti různých druhů těsnění prostupů	12
Obr. 6 Možnosti různých druhů těsnění prostupů	12
Obr. 7 Vláknocementová pažnice s těsnící vložkou	13
Obr. 8 Vláknocementová pažnice s těsnící vložkou	13
Obr. 7 Vláknocementová pažnice s těsnící vložkou	13
Obr. 8 Vláknocementová pažnice s těsnící vložkou	13
Obr. 9 Druhy pažnic pro bílou vanu.....	14
Obr. 10 Druhy pažnic pro bílou vanu.....	14
Obr. 9 Druhy pažnic pro bílou vanu.....	14
Obr. 10 Druhy pažnic pro bílou vanu.....	14
Obr. 11 Různé velikosti korunek pro jádrové vrtání.....	14
Obr. 12 Různé velikosti korunek pro jádrové vrtání.....	14
Obr. 11 Různé velikosti korunek pro jádrové vrtání.....	14



Obr. 12 Různé velikosti korunek pro jádrové vrtání.....	14
Obr. 13 Jádrové vrtání.....	15
Obr. 14 Jádrové vrtání.....	15
Obr. 13 Jádrové vrtání.....	15
Obr. 14 Jádrové vrtání.....	15
Obr. 15 Neošetřený (vlevo), ošetřený (vpravo) prostup po jádrovém vrtání	15
Obr. 16 Neošetřený (vlevo), ošetřený (vpravo) prostup po jádrovém vrtání	15
Obr. 15 Neošetřený (vlevo), ošetřený (vpravo) prostup po jádrovém vrtání	15
Obr. 16 Neošetřený (vlevo), ošetřený (vpravo) prostup po jádrovém vrtání	15
Obr. 17 Napojení pažnic na povlakovou hydroizolaci.....	16
Obr. 18 Druhy pažnic pro černou vanu	17
Obr. 19 Těsnící vložky	17
Obr. 20 Prostupové tvarovky – bílá vana.....	18
Obr. 21 Prostupové tvarovky – černá vana	18
Obr. 22 Prostupová tvarovka KRASO® Universal B v prostupu.....	18
Obr. 23 Prostupová tvarovka KRASO® Universal B.....	18
Obr. 24 Požární výkres.....	22
Obr. 25 Vznik požárního mostu u hořlavého potrubí	26
Obr. 26 Ucpávky u vzájemně blízkých prostupů	29
Obr. 27 Typické rozmístění termočlánků.....	30
Obr. 28 Umístění termočlánků na neexponované straně	31
Obr. 29 Rozmístění termočlánků na zkušebním vzorku	31
Obr. 30 Identifikační štítek Promat.....	33
Obr. 31 Kontrolní kolečko	34



Obr. 32 Měkká ucpávka Promat.....	36
Obr. 33 Sdružený prostup	37
Obr. 34 Postup realizace měkké ucpávky: a) Prázdný otvor v konstrukci b) Umístění instalací c) Vyplnění otvoru minerální vlnou a tmelem kolem instalací d) Provedení povrchového protipožárního nátěru	38
Obr. 35 Tvrdá ucpávka.....	39
Obr. 36 Intumex tvrdá ucpávka doplněná cihličkami	39
Obr. 37 Postup použití protipožárního tmelu: a) Prázdný otvor b) Umístění svazku kabelů c) Vložení minerální vlny d) Aplikace tmelu	40
Obr. 38 Ucpávka z protipožárního tmelu s identifikačními štítky	41
Obr. 39 Ucpání otvoru pěnou Hilti CFS-F FX (tréninková stěna firmy HILTI)	42
Obr. 40 Zkouška požární odolnosti (Levé potrubí není požárně utěsněné, Pravé potrubí je ošetřeno manžetou).....	43
Obr. 41 Požární manžeta INTUMEX RS10 a těsnící pásek INTUMEX wrap.....	44
Obr. 42 Aplikace požární manžety a těsnícího pásku	44
Obrázek 43 Flexibilní manžeta HILTI CFS-C EL použitá v těžko přístupných místech a)koleno potrubí b)potrubí v rohu	44
Obr. 44 Použití sáčků Hilti CP 651 ve stěně.....	45
Obr. 45 Polštáře Intumex PS.....	45
Obr. 46 Použití sáčků Hilti CP 651 ve stropní konstrukci	45
Obr. 47 Cihlička Hilti CFS-BL a její aplikace.....	46
Obr. 48 Zátka Hilti CFS-PL a její aplikace.....	46
Obr. 49 Protipožární rukáv Hilti CFS-SL	47
Obr. 50 Flexibilní univerzální tvarovka a její aplikace.....	48
Obr. 51 Kombinace minerální vlny a protipožárního nátěru (vlevo), Těsnění spáry protipožárním tmelem (vpravo)	51



Obr. 52 Různé protipožární řešení těsnění vzduchovodu v sousedních požárních úsecích.....	54
Obr. 53 Hranatá a kulatá protipožární klapka	55
Obr. 54 Chráněné vzduchotechnické potrubí nehořlavými deskami	55
Obr. 55 Funkce chráněného vzduchotechnického potrubí v případě požáru v jednom požárním úseku	56



9. Seznam tabulek

Tabulka 1 Šířka segmentu z EPDM podle požadované tlakové odolnosti	17
Tabulka 2 Převod stupňů hořlavosti na třídu reakce na oheň	23
Tabulka 3 Zkušební podmínky požární odolnosti potrubí dle sestav konců.....	31
Tabulka 4 Použití potrubí v praxi v závislosti na sestavě konců	32
Tabulka 5 Kobyličky - cena požárních ucpávek	67