

## 7 ZVYŠOVÁNÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Se vzrůstajícím zájmem o požární bezpečnost se zpřísňují požadavky na stavební konstrukce. České i evropské normy stanovují minimální požární odolnost jednotlivých prvků i systémů konstrukcí, které samy o sobě tyto požadavky naplnit nemohou, nebo by jejich dodržení bylo neekonomické. Proto se různé firmy snaží nabídnout materiály a prostředky, které požární odolnost jednotlivých konstrukcí zvýší. Na našem trhu je tak mnoho produktů s různými vlastnostmi, použitelností a životností. Například u ocelových nosných sloupů, které ve většině potřebují dodatečné zvýšení požární odolnosti, je možné použít buď zpeňující nátěr, nástřík nebo obklad z protipožárních desek. Je proto důležité mít patřičný přehled a umět zvážit, který produkt je pro danou situaci ten nejlepší.

V zásadě lze prostředky na zvyšování požární odolnosti stavebních konstrukcí rozdělit do několika skupin popsanych v následujících podkapitolách.

### 7.1 Obezďení a obetonování

Tato technologie je tradiční, jedna z nejstarších. V dnešní době, kdy převládají rychlé a suché systémy se vyskytuje spíše ojediněle.

Obezďení je mokřý proces, kdy se snažíme zabránit kontaktu plamene a přenosu tepla jinou konstrukcí. Její účinnost je dána tloušťkou obezďení, materiálem a druhem omítky. Přenos tepla závisí na tepelném odporu resp. součiniteli prostupu tepla přízdívky. Klasické cihly jsou vodivější, proto bude přízdívka tlustší a tím i těžší. Lepší je použít lehčených tvárnic (pórobetonové, křemelinové, atd.) s menší vodivostí. Jejich nevýhodou je ale křehkost a značný počet spár, dovolujících vznik tepelných mostů.

Obetonování se vzhledem k pracnosti a váze betonu již nepoužívá. U ocelových sloupů s uzavřenými průřezy (především kruhového tvaru) se lze setkat s vylitím betonu dovnitř sloupů. Ocelový sloup se navrtá ve spodní a horní části podlaží, maximálně však ve vzdálenosti 10 m. Do spodního otvoru se pak vloží hubice, ze které je čerpána betonová směs, a to až do úrovně vrchního otvoru. Ten musí zůstat nezakrytý, aby umožňoval odvod páry z betonu při požáru.

### 7.2 Protipožární omítky a nástřiky

Stejně jako obezďení, i omítky jsou jedna z nejstarších metod zvyšování požární odolnosti. Již v minulých stoletích se používaly hliněné omítky popř. jíla na ochranu dřevěných konstrukcí, známé jsou také vápenné a cementové omítky.

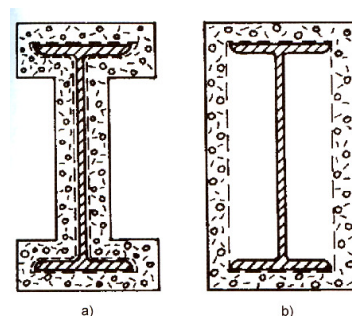
V dnešní době rozeznáváme dle ČSN 722430 tři druhy malt pro protipožární omítky:

- Malty skupiny I: sádroperlitová malta v poměru minimálně 1:3 a sádrovermikulitová malta v poměru minimálně 1:4.
- Malty skupiny II: sádrová malta v poměru nejvýše 1:3 (sádra, hutné kamenivo) a vápenosádrová malta v poměru 2:1:2 (sádra vápno, hutné kamenivo).
- Malty skupiny III: vápenná malta v poměru 1:4, malta vápenocementová 25 a malta cementová 100, pokud tyto malty obsahují přírodní hutné kamenivo těžené nebo drcené.

Pokud daná malta má méně vhodné složení než je uvedeno výše, zařazuje se vždy o skupinu níže (z I. skupiny do II. skupiny. atd.). Malty také nesmí obsahovat organické složky a příměsi.

Omítky, které lze započítat do celkové požární odolnosti konstrukce, musí splňovat tyto podmínky:

- Musí být vyrobeny z maltové směsi dle normy ČSN 722430 – viz výše.
- U skupiny I a III musí být tl. omítky minimálně 10 mm, u skupiny II minimálně 12 mm.
- Provedení a nanesení omítky musí být v souladu s ČSN 732310.



Obr. 1: Omítání na ocelové prvky s dutinou a bez ní.  
a – bez vzduchové dutiny,  
b – se vzduchovou dutinou

d) U dřevěných, plastových a ocelových konstrukcí musí být povrch buď upraven pro omítání, nebo se obalí pletivem pro omítání. Pletivo se dává také v případě, že tl. omítky je větší než 15 mm.

Z hlediska tepelně izolačních schopností jsou neúčinnější malty skupiny I, nejméně účinné malty skupiny III. Vermikulitové omítky navíc mají dobré akustické a protikondenzační vlastnosti. U sádrových a vápenosádrových omítek dochází ke zpoždění ohřevu povrchu. Je to dáno vysokým množstvím chemicky vázané vody v sádře, která se při působení vysokých teplot (nad 100 °C) odpařuje a tím spotřebovává teplo. Na druhou stranu to vede ke smršťování sádry a tvorbě trhlin, které mají za následek odpadávání vrstev omítky. Proto se do těchto omítek přidávají vláknité hmoty. Velký vliv má také pletivo pro omítky (do 30 mm 1 vrstva pletiva, nad 30 mm 2 vrstvy).

Z technologického hlediska je potřebné, aby povrch byl dobře připraven. Jak již bylo zmíněno výše, u ocelových, dřevěných a plastových povrchů je nutná úprava základním nátěrem (u oceli) a pletivem z pozinkovaného či keramického drátu, s velikostí ok maximálně 12,5 mm. U ocelových otevřených průřezů (U, I, T, atd.) lze pletivo buď natáhnout po celém povrchu průřezu nebo s vynecháním vzduchové dutiny (omítnutý prvek je pak obdélníkového tvaru). Ukázka je na obr. 1. U sloupů s takto vytvořenou vzduchovou dutinou je vhodné tuto dutinu v několika místech přepažit průběžnými přepážkami, aby teplota nerostla tak rychle. U tyčových prvků můžeme použít také nárožníky, které slouží k ochraně před odpadnutím vrstvy omítky při nárazu (např. u sloupů v dolní části). Nárožníky jsou tvořeny průběžnou ocelovou lištou tvaru U, která je po cca 400 mm navařena na distanční pásky. Tím je také dána přesná tloušťka omítky.

Protipožární nástřiky jsou oproti omítkám účinnější, mají nižší staveništní pracnost a jsou více používané. Technologie omítání je analogická jako u omítek, pouze nanášení je strojní pod tlakem. Vzhledem k zákazu používání azbestových vláken se na našem trhu uplatňuje pouze několik systémů.

Materiálová základna protipožárních nástřiků je podobná jako u tradičních omítek. V zásadě rozlišujeme nástřiky na bázi silikátové (vápenocementové) a sádrové. Plnivem jsou lehčené hmoty zlepšující tepelně izolační vlastnosti jako například expandovaný perlit, vermikulit. Nástřiky na bázi vermikulitu mají sice lepší izolační vlastnosti, které umožňují menší tloušťky nástřiků, ale jsou také dražší. Expandovaný perlit je naopak levnější, na druhou stranu je ho zapotřebí silnější vrstva, což vede ke zhoršení fyzikálně-mechanických vlastností. Nástřiky na bázi hydrátu síranu vápenatého jsou plně srovnatelné s nástřiky na bázi cementu a vápenného hydrátu. Jak již bylo řečeno, sádra při teplotách nad 100 °C uvolňuje chemicky vázanou vodu, která zpomaluje ohřívání nanesené vrstvy.

Hlavní použití nástřiků je na ocelových a železobetonových nosných konstrukcích. Podklad pro nanášení vrstvy nástřiku musí být čistý (zbaven nečistot a rzi) a musí být opatřen adhezní vrstvou. To platí zvláště u hladkých povrchů, kde je adheze velmi malá. U ocelových konstrukcí se doporučuje provést komplexní antikorozi nátěrový systém. Důležitým faktorem je i teplota a relativní vlhkost. U vysokých relativních vlhkostí nástřik nejen pomalu zasychá ale také zasychá nesprávně, vznikají v něm bubliny vlivem neodpařené vody, což snižuje jeho celkovou kvalitu. Nástřiky nejsou vhodné na dřevěné a plastové konstrukce.

Vlastnosti protipožárních nástřiků jsou poměrně dobré. Jejich výhodou (zvláště oproti nátěrům) je dlouhá životnost, kterou lze hodnotit – vlastnosti a kvalita jsou vidět ihned po zaschnutí. Životnost je dána stálostí materiálu a pomalým stárnutím. Oproti omítkám jsou také účinnější, tudíž pro požadovanou požární odolnost stačí tenčí vrstva. Tím se snižuje i jejich hmotnost. Také výsledné zvýšení hodnoty požární odolnosti (15 – 180 min) je velké. Na druhou stranu jsou také křehké a špatně snášejí dynamické namáhání. Ve srovnání s požárními nátěry mají také horší vzhled, takže jejich využití v obytných interiérech je méně časté, nemluvě o údržbě (usazování prachu na nerovné ploše).

### 7.3 Protipožární nátěry

Protipožární nátěry jsou často používanou možností zvýšení požární odolnosti konstrukcí. Podle svého působení se dají rozdělit do 3 skupin:

- a) zábranové
- b) zpěňující
- c) sublimující

Zábranové nátěry jsou postaveny na principu zabránění přístupu plamene k povrchu chráněného předmětu a během určité doby k jeho vznícení. Uplatnění mají především u hořlavých konstrukcí jako

jsou plasty (kabelové a instalační rozvody) a dřevo. Jedná se o bariérový efekt, který brání přístupu kyslíku, jakožto jedné ze tří základních podmínek vzniku požáru. Oproti zpěňujícím nátěrům ale nemají žádnou izolační schopnost.

Intumescentní (zpěňující) nátěry jsou založené na několikanásobném zvětšení svého objemu při působení vysokých teplot. Nátěr „napění“ a vytvoří tak tepelně izolační vrstvu, která chrání danou konstrukci. Je to dáno chemickou reakcí polyalkoholů s kyselinami (nejčastěji kyselinou fosforečnou) za vysokých teplot. Na povrchu se pak vytváří uhlíkatý zbytek, který brání přístupu plamene k povrchu a zároveň tvoří onu tepelně izolační vrstvu. Použití je hlavně u ocelových konstrukcí, ale i dřevěných a plastových konstrukcí.

Sublimující nátěry jsou kombinací obou předchozích. Podstatou je poměrně silná, obvykle skleněnými vlákny či rohožemi vyztužená vrstva snadno se teplem rozkládajících a sublimujících aditiv v polymerním, obvykle epoxidovém pojivu, která se při vyšších teplotách začíná odpařovat, resp. sublimovat. Odcházející plyny strhují plamen a ochlazují povrch na kterém jsou naneseny. Tento typ nátěrů lze použít i v extrémních podmínkách, výjimečný je svou stálostí a dlouhou životností. Dokáže vzdorovat povětrnostním vlivům, proto je vhodný i do nepřístupných míst v exteriéru. Jeho hlavní nevýhodou je cena, která stále brání jeho širšímu uplatnění.

### Struktura a vlastnosti nátěrů

Protipožární nátěry se skládají z několika vrstev. U zpěňujících nátěrů jsou to 3 základní:

- Základní nátěr – (tzv. primer), který zajišťuje adhezi nátěru ke konstrukci
- Hlavní nátěr – chrání konstrukci, v případě požáru napěňuje
- Vrchní nátěr – chrání nátěr před povětrností, aplikuje se především v exteriéru, má také estetickou funkci (umožňuje barevné řešení).

Jejich pojivem jsou zpravidla polymery, které zajišťují pevnost nátěru. Ke zvýšení tuhosti můžeme použít i vyztužných nehořlavých vláken. U zábranových systémů nátěrů se jedná především o anorganické látky (skloviny, glazury) opět s vyztužnými vlákny, které vytvoří pevnou krustu bránící dalšímu přístupu a šíření plamene.

Vlastnosti protipožárních nátěrů se liší v závislosti na druhu chráněné konstrukce a jsou závislé od kvality provedení. U nátěrů na ocelové konstrukce se měří tloušťka nátěru. Je tedy třeba, aby jednotlivé vrstvy nátěru měly předepsanou tloušťku, protože jen tak lze zabezpečit správnou funkci nátěru. U dřevěných konstrukcí je to složitější, protože nátěr se vstřebává do dřeva a tloušťku nátěru tedy nelze měřit. Proto se kvalita provedení měří podle spotřeby nátěru na m<sup>2</sup>, což klade velký důraz na důslednost pracovníků.

Výhodou nátěrů oproti nástřikům je především nízká hmotnost, lepší estetický vzhled, možnost barevného řešení a i celkově rychlá aplikace. Hlavní nevýhodou je jejich životnost, která se udává (u lepších druhů) minimálně 10 let. Pravdou ovšem zůstává, že stále není prokázána skutečná životnost nátěrů a tedy nevíme, zda nátěr bude po např. 15 letech skutečně fungovat, byť se jeví jako funkční. Oproti nástřikům se požární vlastnosti nátěru projeví totiž až během požáru. Navíc nová aplikace je velmi nákladná. Starý nátěr by se musel dobře očistit tlakovou vodou a teprve poté je možné provést celý systém znovu. U dřevěných konstrukcí je to nemožné, u ocelových konstrukcí nákladné. Další nevýhodou je fakt, že zpěňující nátěry nelze uzavřít, zakrýt ani obložit. Vždy musí být zachován prostor pro jeho vypěnění (nátěr může zvětšit svůj objem až 50krát).

Zábranové nátěry mají vlastnosti takové, aby při aplikaci splňovaly podmínky použitelnosti. Poněvadž se používají především na kabelové rozvody a instalace, je potřeba, aby nátěr byl pružný, vzdoroval mechanickému namáhání i hlodavcům, nebyl tepelně izolační, ale zároveň měl dobrou adhezi i za vysokých teplot. Také je snáze odstranitelný, protože k výměně potrubí a kabelových rozvodů dochází během životnosti objektu několikrát.

## **7.4 Impregnace dřeva**

U dřevěných prvků můžeme kromě zábranových a intumescentních nátěrů použít i protipožární impregnaci. Jedná se o antipyratika, která obsahují retardéry hoření, zpomalující tepelný rozklad dřeva. Tyto impregnační prostředky se označují písmenem O – ohnivzdorné vlastnosti (dle ČSN 490600).

Jejich činnost je možno popsat v těchto bodech:

- a) zabraňují přístupu vzduchu k povrchu dřeva
- b) zředují hořlavé plyny uvolňováním plynů nehořlavých
- c) při požáru vytvářejí izolační pěnu, která je zároveň endotermickou reakcí spotřebovávající značné teplo. Tato pěna brání přímému kontaktu s plamenem a zároveň potlačuje tvorbu hořlavých plynů.
- d) zastavují oxidaci uhlíku až na oxid uhličitý, čímž zabraňují žhnutí dřeva.

Složení impregnačí je trojího charakteru. Za prvé obsahují amonné a fosforečné soli, kamence a halogenderiváty, které uvolňují při zvýšených teplotách plynou látku a zpomalují zapálení a hoření dřeva. Za druhé jsou to uhličitany, jejichž zahříváním se uvolňuje oxid uhličitý a pak to jsou látky obsahující bor.

Impregnační prostředky jsou rozpustné ve vodě, což může vést k vyluhování. Proto se používají ve vnitřním prostředí. Problémem je také určení životnosti, která se udává kolem 3 – 5 let. Impregnaci je tedy nutno aplikovat častěji. Také mají oproti nátěrům nižší účinnost, proto můžeme říci, že jejich rozvoj ustupuje nátěrům.

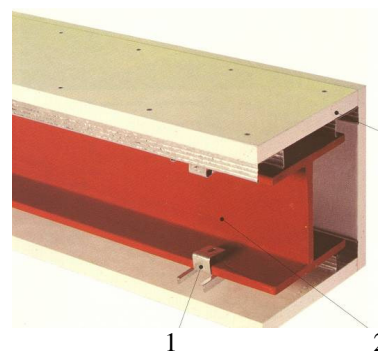
Impregnace dřeva má ale i jiné stránky. Chrání dřevo také proti hmyzu a dřevokazným houbám.

## 7.5 Protipožární deskové obklady

Protipožární obklady jsou další velmi oblíbenou formou zvyšování požární ochrany stavebních konstrukcí. Jedná se o suchou technologii, kdy se např. ocelové konstrukce opláští nehořlavým materiálem s určitou izolační schopností (obr. 2). Navíc jsou obklady po celou dobu životnosti konstrukce stejné, nemusí se obnovovat a své protipožární vlastnosti mají již při zabudování. Jejich hlavní nevýhodou oproti nátěrům je vyšší pracnost (tenčí desky se připevňují na ocelové profily).

Chráněné konstrukce je nutné vždy před obložení natřít impregnačním (u dřeva) nebo protikorozním (u oceli) nátěrem aby pod obkladem nedocházelo k degradaci materiálu.

Popis jednotlivých desek, jejich vlastnosti a použití jsou uvedeny v kapitole [Protipožární příčky](#).



Obr. 2: Protipožární obklad nosné konstrukce z oceli - systém Knauf.  
1 – Plechová příponka profilu pro uchycení obkladu, 2 – chráněný profil. 3 – protipožární obklad

## 7.6 Lepené obklady

Tato speciální ochrana stavebních konstrukcí je na bázi čedičové plsti. Jedná se o polyfunkční lepený protipožární obklad, který zajišťuje požadované parametry požární bezpečnosti R, E, I, W všech materiálových skupin stavebních konstrukcí (ocel, dřevo, železobeton) v celém časovém spektru od 15 do 180 minut.

Polyfunkční obklad má vlastnosti tepelně a zvukově izolační a zároveň protipožární ke zvýšení požární odolnosti. Používá se jako výplň dveřních křídel, těsnění dilatačních spar a ochrana konstrukcí před požárem. Výhody lepeného obkladu jsou :

- nízká hmotnost
- zateplení konstrukcí a odstranění tepelných mostů
- akustický obklad pro železobetonové a kovové prvky
- libovolné tvarování desek
- odolnost proti vibracím a nárazům
- barevné řešení, estetický vzhled
- je použitelný i do exteriéru (po opatření omítkou s armovací sítí)
- při vyšších odolnostech (nad 60 min.) je levnější než nástřiky a nátěry.

Další výhodou je skutečnost, že chráněná konstrukce nemusí být souvislá.

## QUALITY RECORD

<b>Název</b>	Zvyšování požární odolnosti stavebních konstrukcí
<b>Popis</b>	Rozsáhlejší pojednání o možnostech zvýšení požární odolnosti konstrukcí. Pozornost je věnována podmínkám aplikace i použitelnosti jednotlivých možností. Podrobně jsou rozebrány protipožární nátěry, jakožto nejpoužívanější ochrana, ale také často riziková, při špatném návrhu či aplikaci.
<b>Kategorie</b>	Hodnocení konstrukcí
<b>Název souboru</b>	5-7_Zvysovani_pozarni_odolnosti.pdf
<b>Datum vytvoření</b>	28. 11. 2006
<b>Autor</b>	Ing. Daniel Šimmer Katedra konstrukcí pozemních staveb, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
<b>Klíčová slova</b>	Deskové konstrukce; Šíření tepla; Normy; Konstrukční řešení; Požární odolnost; Protipožární nátěry; Ochrana instalací; Protipožární nástřiky; Protipožární omítky.
<b>Literatura</b>	Kupilík, V.: Konstrukce pozemních staveb 80 - Požární bezpečnost staveb, Učební texty ČVUT, Praha, 1998, str.87-94  Kupilík, V.: Stavební konstrukce z požárního hlediska, Grada Publishing Praha, 2006, ISBN80-247-1329-2  Bradáčová, I.: Stavby a jejich požární bezpečnost, Technická knihovna autorizovaného inženýra a technika, ŠEL Praha, 1999, ISBN80-902697-2-9  Technický zpravodaj firmy Seidl, č. 28, 24  Firemní materiály firem Promat, Knauf, Cetris, Xella, Intumex, Hilti