

# Zkušenosti z koordinace statiky a požární bezpečnosti staveb

Zajištění správného, účelného a ekonomického řešení požární bezpečnosti stavby není možné bez spolupráce projekčního týmu již od zahájení návrhu stavby. Od počátečního stádia projektové činnosti musí být pro požární bezpečnost stavby zajištěna koordinace požadavků architekta stavby, hlavního inženýra stavby, požárního specialisty, statika a zástupců dalších profesních projektů, které navazují. Obsahově je v části návrhu stavby třeba navrhnout zajištění statické stability objektů při požáru, mechanické odolnosti a požární odolnosti všech částí stavby, na nichž závisí stabilita konstrukcí.

Autor: Ing. Robert Prix  
ARCHAPLAN s.r.o.  
Kontakt: robert.prix@archaplan.cz

Konstrukce se zpravidla posuzují podle Eurokódů. Postupem při navrhování je určení požárního scénáře, ze kterého pro danou stavbu plyne vhodný model konstrukce pro tepelné zatížení, návrhový požár a okrajové podmínky výpočtu. Nejčastějším modelem je zjednodušený model požáru, který probíhá podle nominální (normové) teplotní křivky, definované v ČSN EN 1991-1-2. Důležitý je způsob zajištění okrajových podmínek statického výpočtu a stavebního provedení stavby podle schválené projektové dokumentace, kterými se rozumí zejména materiály, třídy reakce na oheň, požární odolnost, celistvost a podobně. Systémově patří Eurokódy do skupiny návrhových norem, podle kterých lze za jasně definovaných podmínek stanovit výpočtem hodnotu požární odolnosti stavební konstrukce. Nejprve musí být provedeno vyhodnocení požárního rizika každého požárního úseku, určení stupně požární bezpečnosti a stanovení požadavku na dobu požární odolnosti (návrhová hodnota) příslušné stavební konstrukce. To je standardní postup podle norem řady ČSN 7308xx, pro nevýrobní stavby zejména pak ČSN 730802.

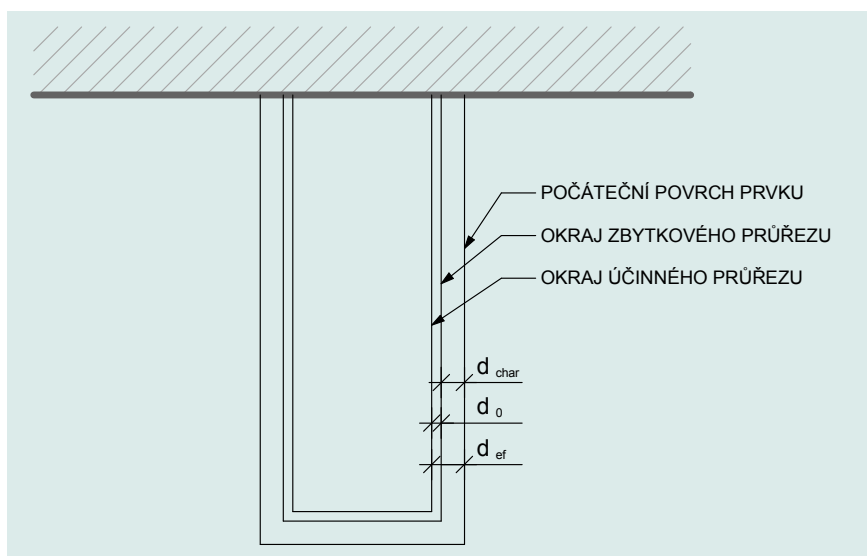
Obecná analýza možného přestupu tepla do stavební konstrukce dle Eurokódu je pro dřevěné konstrukce dána principem odhoříváním konstrukce za požáru podle dvou základních metod. První je

metoda redukovaného průřezu s vlastnostmi prvku za běžné teploty pro zatížení konstrukce za požární situace. Druhá je metodou redukovaných vlastností, kdy se vyhodnotí zbytkový průřez, který může odhořet v návrhové době požární odolnosti pro redukované vlastnosti prvku za požáru. Principem řešení podle Eurokódu 5 je rozlišení stavu za běžné teploty a stavu při požáru. Vzhledem k redukčním součinitelům je nutné rozlišovat konstrukce podle druhu zatížení. Z hlediska praxe jsou konstrukcemi, kde je zásadně redukováno zatížení při běžné teplotě pro návrh za požární situace zejména konstrukce krovů a střech, obvodové konstrukce (redukční součinitel za požární situace  $\eta_{ri}=0,2-0,6$ ), kde lze očekávat konstrukce s vyšší požární odolností, řešené

pomocí detailního výpočtu zatížení konstrukcí při požární situaci. Konstrukcemi s menší redukcí při požáru ( $\eta_{ri}=0,5-0,6$ ) jsou zejména vnitřní nosné a požárně dělící konstrukce, konstrukce stropů a vnitřní konstrukce.

Posuzované konstrukce se v praxi rozdělují na dané stupně požární bezpečnosti podle požadavků požárně bezpečnostního řešení. Stupňů je sedm, kdy v prvním stupni jsou požadavky na konstrukce nejmenší, v sedmém největší. K požadavkům na požární odolnost a hořlavost konstrukcí patří ještě mezni stavy R, E, I, W, což je únosnost, celistvost, teplota a sálání. V rozsahu dřevěných konstrukcí se v praxi jedná o požadavky na nosnost (R) u nosných konstrukcí, nosnost, celistvost a izolační kritérium (REI) pro nosné požární stěny,

## Stav běžné teploty



celistvost a prostup tepla sáláním (EW) u obvodových nenosných stěn.

Při posuzování z hlediska požadavku na požární odolnost plošných konstrukcí je nutno rozlišovat tyto varianty:

- konstrukce nosné a požárně dělicí, obvodové (požadavek R, EI, REI, REW)
- požárně dělicí nenosné konstrukce (požadavek EI, EW)
- kombinace nosných konstrukcí jako jsou sloupky, vzpěry, trámy (požadavek R) a nenosných výplní jako například opláštění dřevostaveb, podlahy na stropěch (požadavek EI)

Při posuzování z hlediska požární odolnosti nosných tyčových konstrukcí je nutno rozlišovat:

- konstrukce nosné, zajišťující stabilitu objektu
- konstrukce nosné, nezajišťující stabilitu objektu
- konstrukce nosné, zajišťující stabilitu vně objektu
- konstrukce nenosné, jejichž zřícení nepřispívá k rozšíření požáru

- nosné konstrukce střeš
- střešní pláště

Požární odolnost dřevěných prvků je stanovena podle pravidel ČSN EN 1995-1-2 a dále podle výchozí ČSN EN 1995-1-1. Posuzované prvky mohou být vystaveny působení požáru ze tří i ze všech čtyř stran. Kromě rostlého dřeva je možné posoudit také lepené nebo lepené lamelové dřevo. V tuzemské praxi je nejčastěji používáno lepené jehličnaté dřevo.

Určení požární odolnosti se vztahuje na výchozí dřevěné prvky plného, pravoúhelného průřezu (sloupky, rošty, nosníky, trámy, stropní záklopové fošny či desky apod.), které jsou součástí nosné požárně dělicí konstrukce. Na tyto prvky mohou být aplikovány obkladové desky z hořlavých nebo nehořlavých materiálů:

- a) prvek tepelně namáhaný ze čtyř stran
- b) prvek namáhaný ze tří stran
- c) prvek tepelně namáhaný z jedné strany

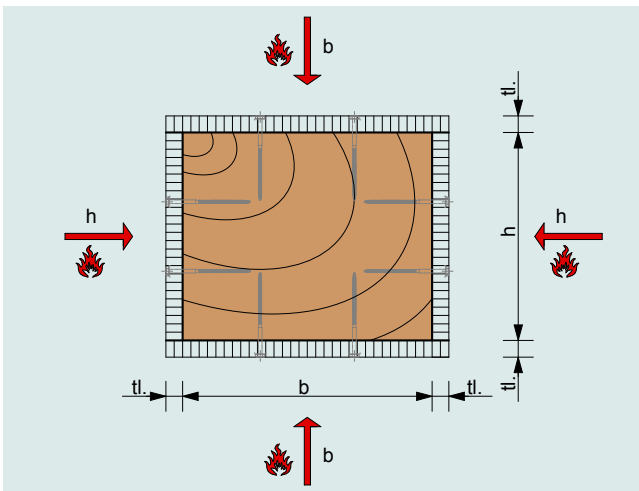
V případě požáru, který působí na dřevěný prvek s obkladem, bývá čas začátku zuhelnatění konkrétního průřezu posunut do doby  $t_{ch}$ , kdy instalovaná ochrana oddálí začátek zuhelnatění daného prvku. Po určité době, vůči začátku vystavení účinkům požáru, zpravidla dojde k porušení obkladu. V ČSN EN 1995-1-2 je čas porušení ochrany označen  $t_p$ .

### Výpočet doby uhelnatění

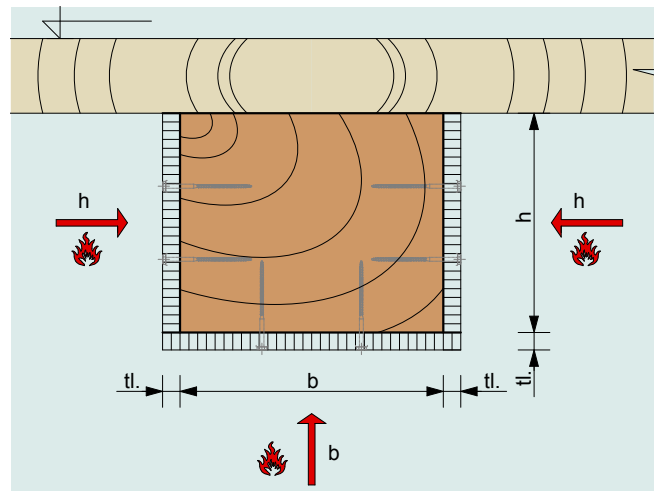
**Doba uhelnatění pro obklady na bázi desek ze sádkokartonu** (ČSN EN 1995-1-2) připouští desky druhu A, H a F, jejichž vlastnosti specifikuje ČSN EN 520:2010 takto:

- $t_{ch} = 2,8 \cdot tl. - 14$  [minut], pro **vyplněné spáry** mezi deskami nebo pro „volné“ spáry mezi deskami o šířce do 2 mm, tj. pro desku tl. 12,5 mm  $t_{ch} = 2,8 \cdot 12,5 - 14 = 21$  [minut]
- pro desku tl. 15 mm  $t_{ch} = 2,8 \cdot 15 - 14 = 28$  [minut]
- pro desku tl. 2 x 12,5 mm  $t_{ch} = 2,8 \cdot 25 - 14 = 56$  [minut]

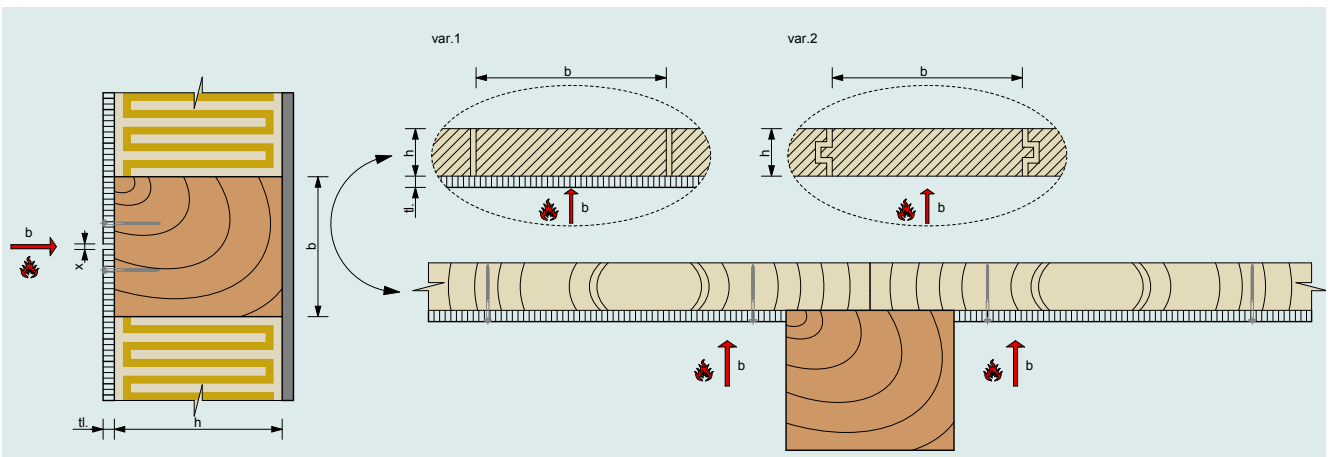
Prvek tepelně namáhaný ze čtyř stran



Prvek tepelně namáhaný ze tří stran



Prvek tepelně namáhaný z jedné strany



$t_{ch} = 2,8 \cdot tl. - 23$  [minut], pro „volné“ spáry mezi deskami o šířce přes 2 mm, kde v obou rovnicích  $tl$  je tloušťka jedné vrstvy v [mm], případně redukována součtová tloušťka více desek obkladu (ze strany působení požáru; tj. pro desku  $tl. 12,5 \text{ mm}$   $t_{ch} = 2,8 \cdot 12,5 - 23 = 12$  [minut])

**Doba uhehlnatění pro obklady na bázi desek z minerální vlny:**

$t_{ch} = 0,07 \cdot (tl. - 20) \cdot \sqrt{\rho_{iz}}$  [minut], kde  $tl.$  je tloušťka izolačního materiálu v [mm] a  $\rho_{iz}$  je objemová hmotnost izolačního materiálu v [kg/m<sup>3</sup>], tj. pro desku  $tl. 40 \text{ mm}$  s  $\rho_{iz} = 50 \text{ kg/m}^3$  je  $t_{ch} = 0,07 \cdot (40 - 20) \cdot \sqrt{50} = 10$  [minut]

## Určení požární odolnosti

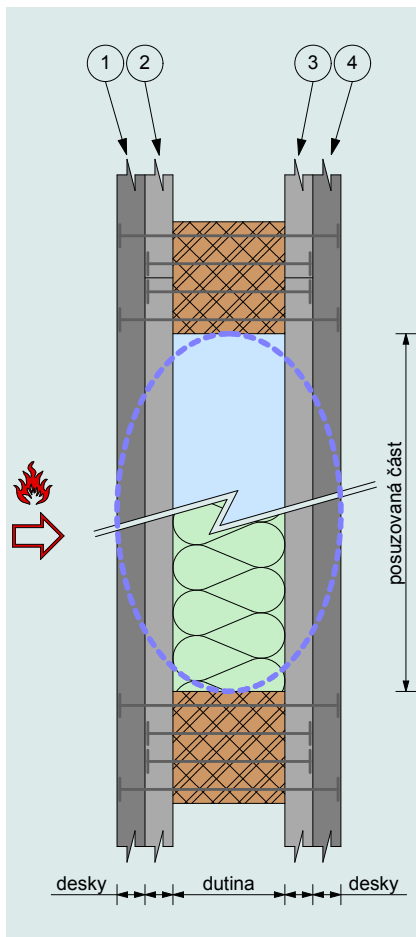
U **jednovrstvé** konstrukční části výpočet dovoluje určit požární odolnost **montované stěny** s dřevěnou kostrou (s minerální izolací vloženou do dutin vzniklých mezi dřevěnými prvky nebo spojitě před nosné prvky, a to v celé ploše i v celé tloušťce); kritické místo zpravidla představuje nosný sloupek. Dále je možné určit také požární odolnost **stropu s viditelnými trámy**; musí se však provést dva výpočty, jeden v části vlastního trámu a druhý mezi trámy. V případě jednovrstvého záklopu (bez obkladu) je dobré spoje provést systémem pero-drážka (P+D). Pokud se místo sádrokartonu použijí kvalitativně příznivější „požární“ sádrovláknité desky, konstrukční desky (Rigidur, RigiStabil), je možné je aplikovat bez dalšího průkazů, jako analogické k deskám sádrokartonu druhu F. V případě obkladů z desek minerální vlny má význam navrhovat desky větších tloušťek (cca nad 40 mm). U jednovrstvých konstrukčních částí je vedle výpočtu požární odolnosti konkrétního prvku s dřevěnou kostrou nutno výpočtem stanovit minimální délku kovových **fixačních prvků** (vruty, hřebíky) jednotlivých desek. Důvodem je skutečnost, kdy i při prohoření tepelně namáhané desky mohou její zůstatkové části bránit vypadnutí izolace vložené v dutině. Při aplikaci opláštění na bázi desek ze sádrokartonu lze stanovit, po jak dlouhou dobu sestava vyhovuje pro zařazení do druhu DP2. Platnost výsledků je touto EN deklarována do doby požární odolnosti nepřesahující 60 minut.

Základ výpočtu **vícevrstvé konstrukční části** odpovídá návrhové rychlosti zuhelnatění přímo ohříváných desek a současně izolačním vlastnostem těchto desek. Dále se přihlíží k součiniteli

„polohy“ a součiniteli provedení „spoje“ jednotlivých desek. Nehořlavá tepelná izolace, instalovaná do dutiny pro zvýšení požární odolnosti sestavy, musí vnitřní dutinu vyplňovat zcela a trvale. Současně se vyžaduje vhodnou fixaci zabránit jejímu vypadávání v případě prohoření ohříváné desky. Nosnou část vícevrstvé dřevěné sestavy je možné posoudit podle samostatného výpočtu, a to buď konzervativně pro „nechráněné nosné dřevěné prvky“, nebo pro „dřevěné prvky s obkladem“, případně zohlednit také zuhelnatění nosných dřevěných prvků v dutinách zcela vyplněných izolací anebo zuhelnatění dřevěných prvků v prázdných dutinách.

Výpočet **požární odolnosti roubené stěny** (ČSN EN 1995-1-2) se vztahuje na roubené stěny provedené z rostlého nebo lepeného dřeva, jejichž vertikální stabilita je zajištěna v rozích zámkovým nebo rybinovým spojem. Průřez konstrukčního profilu (trámu) může být libovolný. Návrhovým parametrem je materiál stěny, výška posuzované roubené stěny a provedení spáry mezi roubením. Posuzované prvky roubené stěny mo-

## Tepelně namáhání vícevrstvé konstrukční části dřevostavby



hou být při skutečném průběhu vystaveny působení požáru z jedné strany, dále ze dvou stran nebo ze tří stran (vždy při standardním tepelném namáhání podle normové teplotní křivky). Posouzení je nutno provést i „ve spáře“.

Posouzení odstupů vychází z principu EC 5, že obvodová stěna splňuje požadavek EI a je tedy požárně uzavřená a není proto možná kombinace s požadavky ČSN 730802 na množství odhořelého materiálu z venkovní strany ve smyslu částečně či plně požárně otevřené plochy.

Vlastní posouzení z hlediska **únosnosti za požár** je provedeno nejdříve pro konkrétní průřezový profil při běžné teplotě (je použit maximální redukční součinitel pro návrhové zatížení při požáru  $\eta_f$ ) a dále metodou redukováného průřezu či redukováných hodnot stěn při požáru, kdy je stanovena požární odolnost pro danou stěnu s konkrétním stykem. Doplnění roubení o vnitřní předstěnu ve skladbě: ocelový či dřevěný rošt + minerální vlna o  $tl.$  nad 40 mm a krycí deska sádrokartonu  $tl. 12,5 \text{ mm}$  nebo krycí deska na bázi dřeva o  $tl.$  nad 15 mm, mohou zvýšit požární odolnost subtilní roubené stěny až o 30 minut. To je možno použít i u dřevěných stěn P+D od  $tl. 50-70 \text{ mm}$  s REI cca do 15 min. Roubená stěna  $tl. 200 \text{ mm}$  s libovolným stykem či spojem (splňující celistvost E i ve spáře) vykazuje bezpečně požární odolnost REI 45 DP3, což stačí pro většinu obytných staveb, kdy se posuzují roubené stěny. Tady platí mezní výpočtová hodnota REI 60 DP3.

Veškeré výpočty dle ČSN EN 1995-1-2 mohou být prohlášením vlastností požadované při závěrečné kontrolní prohlídce stavby a pro vydání souhlasu s užíváním stavby nebo pro vydání kolaudačního souhlasu, které nahrazují dřívější kolaudační rozhodnutí. Výpočet je většinou prováděn v rámci projektu pro vydání stavebního povolení a proto je prohlášení vlastností při uvedení stavby do provozu nutno doložit dokladem o provedení konstrukce dle principů výpočtů a požárního scénáře včetně posouzení spojů, provedení detailu styků, spojů dle podmínek výpočtu, což lze doložit prohlášením autora výpočtu (autorizovaného ing. pro statiku a autorizovaného ing. pro požární bezpečnost stavby), že je toto splněno (kontrola v rámci dílenské dokumentace). Z toho je zřejmé, že **bez autorského dozoru není vydání prohlášení vlastností stavby možné.**