

7 NAVRHOVÁNÍ SPOJŮ PODLE ČSN EN 1995-1-2:2006

7.1 Úvod

Konverze předběžné evropské normy pro navrhování dřevěných konstrukcí na účinky požáru ENV 1995-1-2, viz [7.1], na evropskou normu stejného označení proběhla za spolupráce odborníků v oboru dřevěných konstrukcí a požární bezpečnosti staveb, což se pozitivně promítlo do úrovně jejího zpracování. EN byla v CENu schválena 16.4.2004 a v anglické verzi vydána v listopadu 2004. Český překlad EN včetně Národní přílohy vyšel v prosinci 2006 jako ČSN EN 1995-1-2, viz [7.2].

Text normy se člení na kapitoly: Předmluva; 1 Všeobecně; 2 Zásady navrhování; 3 Vlastnosti materiálu; 4 Postupy navrhování na mechanickou odolnost; 5 Postupy navrhování pro stěnové a stropní sestavy; 6 Spoje a 7 Konstrukční opatření. Norma je doplněna následujícími přílohami: Příloha A Vystavení účinkům parametrického požáru; Příloha B Zpřesněné výpočetní metody; Příloha C Nosné stropní nosníky a sloupky stěn v sestavách, jejichž dutiny jsou zcela vyplněny izolací; Příloha D Zuhelnatění prvků v sestavách stěn a stropů s prázdnými dutinami; Příloha E Analýza dělicí funkce stěnových a stropních sestav a Příloha F Návod pro uživatele této části Eurokódu.

7.2 Národní příloha ČSN EN 1995-1-2

Národní příloha se týká pěti článků, v nichž je umožněna národní volba. Na základě nepříliš dobrých zkušeností s odchylnými hodnotami národních součinitelů ve stádiu ENV tentokrát byli zpracovatelé v nastavování specifických hodnot pro ČR zdrženliví a všech pět článků bylo převzato bez úpravy.

7.3 Požární odolnost spojů

Kapitola monografie, která je zaměřena na požární odolnost dřevěných konstrukcí, je věnována problematice spojů dřevěných konstrukcí. Předpokládá se, že spoje vystaveny účinkům požárního zatížení reprezentované ohřevem podle nominální normové křivky, viz [7.3], a pokud není uvedeno jinak, pro požární odolnosti nepřekračující 60 min, viz [7.4]. Pravidla, která jsou uvedena v této kapitole, vychází z ČSN EN 1995-1-2, viz [7.2] a platí pro spoje provedené pomocí hřebíků, svorníků, kolíků, vrutů, prstencových hmoždíků, hmoždíků přenášejících smykovou sílu a ozubených hmoždíků.

7.4 Spoje s bočními prvky ze dřeva

7.4.1 Zjednodušená pravidla

Nechráněné spoje

Požární odolnost nechráněných spojů dřevo-dřevo, u kterých rozteče, vzdálenosti od okrajů a konců a rozměry bočního prvku vyhovují minimálním požadavkům uvedeným v ČSN EN 1995-1-1, kapitola 8, viz [7.5], se může uvažovat z tab. 7.1.

Tab. 7.1 Požární odolnosti nechráněných spojů s bočními prvky ze dřeva

	Doba požární odolnosti $t_{d,fi}$ min	Opatření ^a
Hřebíky	15	$d \geq 2,8$ mm
Vruty	15	$d \geq 3,5$ mm
Svorníky	15	$t_1 \geq 45$ mm
Kolíky	20	$t_1 \geq 45$ mm
Hmoždíky podle EN 912	15	$t_1 \geq 45$ mm
^a d je průměr spojovacího prostředku a t_1 je tloušťka bočního prvku		

Pro spoje s kolíky, hřebíky nebo vruty s nevyčnívajícími hlavami, se doba požární odolnosti $t_{d,fi}$ větší než je uvedeno v tab. 7.1, ale nepřekračující 30 min, může dosáhnout zvětšením následujících rozměrů o a_{fi} :

- tloušťky bočních prvků;
- šířky bočních prvků;
- vzdálenosti od konce a okraje ke spojovacím prostředkům;

kde:

$$a_{fi} = \beta_n k_{flux} (t_{req} - t_{d,fi}) \quad (7.1)$$

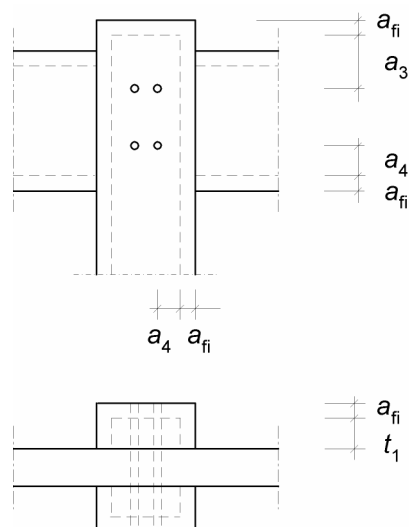
β_n je rychlost zuhelnatění;

k_{flux} součinitel zohledňující zvětšený tepelný tok skrz spojovací prostředek;

t_{req} požadovaná normová doba požární odolnosti;

$t_{d,fi}$ doba požární odolnosti nechráněného spoje uvedená v tab. 7.1.

Součinitel k_{flux} se má uvažovat jako $k_{flux} = 1,5$.



Obr. 7.1 Zvláštní tloušťka a zvláštní vzdálenosti spojovacích prostředků od konce a okraje

Chráněné spoje

Když je spoj chráněn přídavným dřevěným obložením, deskami na bázi dřeva, nebo sádrokartonovou deskou typu A nebo H, má čas do počátku zuhelnatění splňovat:

$$t_{ch} \geq t_{req} - 0,5 t_{d,fi} \quad (7.2)$$

kde t_{ch} je čas do počátku zuhelnatění;

t_{req} požadovaná normová doba požární odolnosti;

$t_{d,fi}$ požární odolnost nechráněného spoje, která je uvedena v tab. 7.1.

Když je spoj chráněn dodatečnou sádrokartonovou deskou typu F, čas do počátku zuhelnatění má splňovat:

$$t_{ch} \geq t_{req} - 1,2 t_{d,fi} \quad (7.3)$$

Pro spoje, kde jsou spojovací prostředky chráněny vlepenými dřevěnými zátkami, se má délka zátek určit podle vztahu (7.1) - viz obr. 7.2.

Přípevnění dodatečné ochrany má zabránit jejímu předčasnému poškození. Dodatečná ochrana provedená pomocí desek na bázi dřeva nebo sádrokartonové desky má zůstat na místě až do počátku zuhelnatění prvků ($t = t_{ch}$). Dodatečná ochrana provedená pomocí sádrokartonové desky typu F má zůstat na místě během požadované požární odolnosti ($t = t_{req}$).

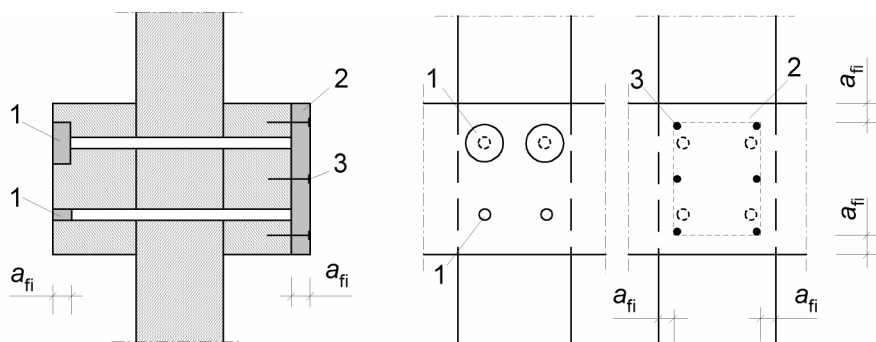
U svorníkových spojů mají být hlavy svorníku chráněny pomocí ochrany o tloušťce a_{fi} , viz obr. 7.3.

Následující pravidla platí pro přípevnění dodatečné ochrany pomocí hřebíků a vrutů:

- vzdálenosti mezi spojovacími prostředky nemají být větší než 100 mm podél okrajů desky a než 300 mm pro vnitřní přípoje;

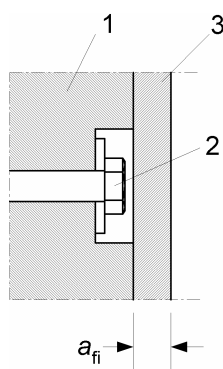
- vzdálenost spojovacích prostředků od okraje má být rovna nebo větší než a_{fi} , vypočtená pomocí vztahu (7.1) - viz obr. 7.2.

Hloubka vniku spojovacích prostředků, připevňujících dodatečnou ochranu ze dřeva, desek na bázi dřeva nebo sádrokartonové desky typu A nebo H, má být nejméně $6d$, kde d je průměr spojovacího prostředku. Pro sádrokartonovou desku typu F má být délka vniku do nezuhoelnatělého dřeva (které je za čarou zuhoelnatění) nejméně 10 mm - viz obr. 7.1b.



- Legenda:
- 1 Vlepené zátky
 - 2 Dodatečná ochrana s použitím desek
 - 3 Spojovací prostředek připevňující desky zajišťující dodatečnou ochranu

Obr. 7.2 Příklady dodatečné ochrany z vlepených zátek, nebo z desek na bázi dřeva, nebo sádrokartonové desky (ochrana okrajů bočních a středních prvků není zobrazena)



- Legenda:
- 1 Prvek
 - 2 Hlava svorníku
 - 3 Prvek zajišťující ochranu

Obr. 7.3 Příklady ochrany hlavy svorníku

Doplňující pravidla pro spoje s vnitřními ocelovými deskami

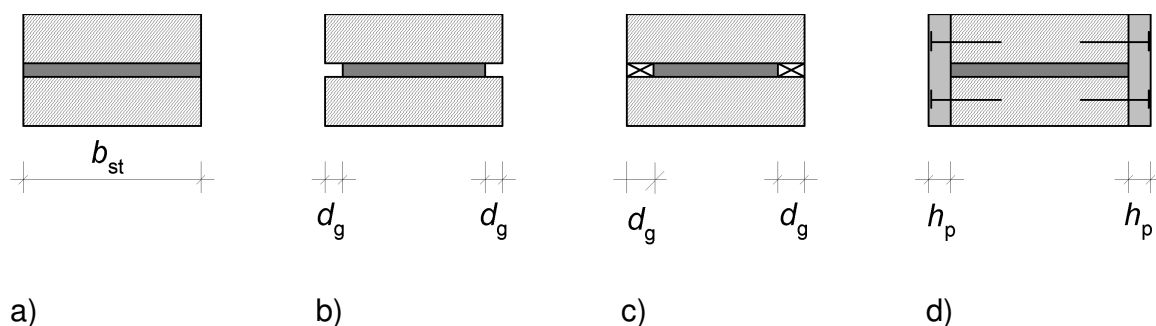
Pro spoje s vnitřními ocelovými deskami s tloušťkou rovnou nebo větší než 2 mm, a které nevystupují nad povrch dřeva, má šířka bst ocelových desek respektovat podmínky uvedené v tabulce 7.2.

Tab. 7.2 Šířky ocelových desek s nechráněnými okraji

		b_{st}
Nechráněné okraje všeobecně	R 30	≥ 200 mm
	R 60	≥ 280 mm
Nechráněné okraje na jedné nebo dvou stranách	R 30	≥ 120 mm
	R 60	≥ 280 mm

Ocelové desky užší než dřevěný prvek se mohou uvažovat jako chráněné v následujících případech, viz obr. 7.4:

- pro desky s tloušťkou ne větší než 3 mm, kde je hloubka dutiny d_g větší než 20 mm pro dobu požární odolnosti 30 min a větší než 60 mm pro dobu požární odolnosti 60 min;
- pro spoje s vlepenými pásky nebo ochrannými deskami na bázi dřeva, kde je hloubka vlepeného pásku d_g , nebo tloušťka desky h_p větší než 10 mm pro dobu požární odolnosti 30 min a větší než 30 mm pro dobu požární odolnosti 60 min.



Obr. 7.4 Ochrana okrajů ocelových desek (spojovací prostředky nejsou zobrazeny):

- a) nechráněných, b) chráněných dutinami, c) chráněných vlepenými pásky,
d) chráněných deskami

7.4.2 Metoda redukovaného zatížení

Nechráněné spoje

Pravidla pro svorníky a kolíky platí, pokud tloušťka boční desky je rovna nebo větší než t_1 :

$$t_1 = \max \begin{cases} 50 \\ 50 + 1,25(d - 12) \end{cases} \quad (7.4)$$

kde d je průměr svorníku nebo kolíku v mm.

Pro normovou požární odolnost se má charakteristická únosnost spoje se spojovacími prostředky ve stříhu vypočítat takto:

$$F_{v,Rk,fi} = \eta F_{v,Rk} \quad (7.5)$$

s

$$\eta = e^{-kt_{d,fi}} \quad (7.6)$$

kde $F_{v,Rk}$ je charakteristická příčná únosnost spoje se spojovacími prostředky ve stříhu při běžné teplotě, viz ČSN EN 1995-1-1, kapitola 8;

η převodní součinitel;

k parametr uvedený v tabulce 7.3;

$t_{d,fi}$ návrhová požární odolnost nechráněného spoje v min.

Poznámka: Návrhová únosnost se vypočte podle běžných pravidel s převodním součinitelem podle vztahu (7.6).

Návrhová odolnost nechráněného spoje zatíženého návrhovým účinkem zatížení při požáru se má uvažovat jako:

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \ln \frac{\eta_{fi} \gamma_{M,fi}}{\gamma_M k_{fi}} \quad (7.7)$$

kde k je parametr uvedený v tabulce 7.3;

η_{fi} redukční součinitel pro návrhové zatížení při požáru;

γ_M dílčí součinitel pro spoj, viz ČSN EN 1995-1-1, článek 2.4.1, viz [7.5];

k_{fi} součinitel pro převod 5% kvantitu na 20% kvantil;

$\gamma_{M,fi}$ dílčí součinitel spolehlivosti pro dřevo při požáru.

Pro kolíky vyčnívající více než 5 mm se mají hodnoty k uvažovat jako pro svorníky. Pro spoje provedené pomocí svorníků a kolíků, se má únosnost spoje brát jako součet únosností jednotlivých spojovacích prostředků.

Pro spoje s hřebíky nebo vruty s nevyčnívajícími hlavičkami pro požární odolnosti větší než dané podle vztahu (7.7), ale ne více než 30 min, se mají tloušťky bočního prvku a vzdálenosti od konce a okraje zvětšit o a_{fi} (viz obr. 7.1), která se má brát takto:

$$a_{fi} = \beta_n (t_{req} - t_{d,fi}) \quad (7.8)$$

kde β_n je nominální míra zuhelnatění;

t_{req} požadovaná normová požární odolnost;

$t_{d,fi}$ požární odolnost nechráněného spoje zatíženého návrhovým účinkem zatížení při požáru.

Tab. 7.3 Parametr k

Spoj s	k	Největší doba platnosti parametru k v nechráněném spoji min
Hřebíky a vruty	0,08	20
Svorníky dřevo – dřevo s $d \geq 12$ mm	0,065	30
Svorníky ocel – dřevo s $d \geq 12$ mm	0,085	30
Kolíky dřevo – dřevo ^a s $d \geq 12$ mm	0,04	40
Kolíky ocel – dřevo ^a s $d \geq 12$ mm	0,085	30
Hmoždíky ve shodě s EN 912	0,065	30
^a Hodnoty pro kolíky jsou závislé na přítomnosti jednoho svorníku pro každé čtyři kolíky		

Chráněné spoje

Odstavec pro nechráněné spoje platí, kromě toho, že $t_{d,fi}$ se má vypočítat podle vztahu (7.7). Jako alternativní metoda ochrany koncových a bočních povrchů prvků, se mohou vzdálenosti od konců a okrajů zvětšit o a_{fi} podle vztahu (7.1). Pro požární odolnosti větší než 30 min, se ale vzdálenosti od konců mají zvětšit o $2a_{fi}$. Toto zvýšení vzdálenosti od konce též platí pro na tupo spojené střední prvky ve spoji.

7.5 Spoje s vnějšími ocelovými deskami

Nechráněné spoje

Únosnost vnějších ocelových desek se má určovat podle pravidel uvedených v ČSN EN 1993 1-2, viz [7.6].

Pro výpočet součinitele průřezu ocelových desek podle ČSN EN 1993-1-2 lze předpokládat, že povrchy oceli v těsném dotyku se dřevem nejsou vystaveny požáru.

Chráněné spoje

Ocelové desky používané jako boční prvky se mohou uvažovat jako chráněné, když jsou úplně kryty, včetně okrajů desky, dřevem nebo deskami na bázi dřeva o minimální tloušťce a_{fi} podle vztahu (7.1) s $t_{d,fi} = 5 \text{ min}$.

Účinek jiných požárních ochran se má vypočítat podle ČSN EN 1993-1-2.

Zjednodušená pravidla pro osově zatížené vruty

Pro osově zatížené vruty, které jsou chráněny proti přímému vystavení účinkům požáru, platí následující pravidla.

Návrhová odolnost vrutů se má vypočítat podle obecného vztahu pro určení návrhové únosnosti.

Pro spoje, kde vzdálenosti a_2 a a_3 spojovacího prostředku vyhovují rovnicím (7.9) a (7.10), viz obr. 7.5, se má převodní součinitel η pro redukci odolnosti na vytažení vrutu při požáru vypočítat s použitím vztahu (7.11):

$$a_2 \geq a_1 + 40 \quad (7.9)$$

$$a_3 \geq a_1 + 40 \quad (7.10)$$

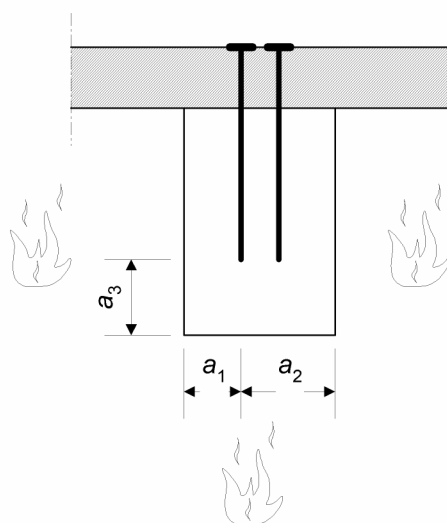
kde a_1 , a_2 a a_3 jsou vzdálenosti v milimetrech;

$$\eta = \begin{cases} 0 & \text{pro } a_1 \leq 0,6 t_{d,fi} & (a) \\ \frac{0,44a_1 - 0,264t_{d,fi}}{0,2t_{d,fi} + 5} & \text{pro } 0,6 t_{d,fi} \leq a_1 \leq 0,8 t_{d,fi} + 5 & (b) \\ \frac{0,56a_1 - 0,36t_{d,fi} + 7,32}{0,2t_{d,fi} + 23} & \text{pro } 0,8 t_{d,fi} + 5 \leq a_1 \leq t_{d,fi} + 28 & (c) \\ 1,0 & \text{pro } a_1 \geq t_{d,fi} + 28 & (d) \end{cases} \quad (7.11)$$

kde a_1 je boční krytí v mm - viz obrázek 7.5;

$t_{d,fi}$ požadovaná doba požární odolnosti v min.

Převodní součinitel η pro spojovací prostředky se vzdálenostmi od okrajů $a_2 = a_1$ a $a_3 \geq a_1 + 20 \text{ mm}$ se má vypočítat podle vztahu (7.11), kde $t_{d,fi}$ se nahradí $1,25 t_{d,fi}$.



Obr. 7.5 Průřez a definování vzdáleností

7.6 Shrnutí

V předloženém materiálu je ukázáno stanovení požární odolnosti spojů dřevěných konstrukcí a jejich konstrukční řešení, které o odolnosti celé konstrukce většinou rozhoduje. U dřevěných konstrukcí se přechází na využití pokročilejšího modelování požáru pomocí parametrických teplotních křivek a zónových modelů a problematika vhodné volby a ověření chování spojů se stává stále důležitější.

Literatura

- [7.1] ČSN P ENV 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru ČSN, Praha 1997.
- [7.2] ČSN EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- [7.3] ČSN EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČNI, Praha 2004.
- [7.4] Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8.
- [7.5] ČSN EN 1995-1-1: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI, Praha 2006.
- [7.6] ČSN EN 1993-1-2: Navrhování ocelových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.

QUALITY RECORD

Název	Navrhování spojů podle ČSN EN 1995-1-2:2006
Kategorie	Dřevěné konstrukce
Název souboru	5-7_Navrhovani_spoju_CSN.pdf
Datum vytvoření	18. 11. 2007
Autor	Doc. Ing. Petr Kuklík, CSc. Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
Eurokódy	ČSN P ENV 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru ČSN, Praha 1997. ČSN EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006. ČSN EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČNI, Praha 2004. ČSN EN 1995-1-1: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI, Praha 2006. ČSN EN 1993-1-2: Navrhování ocelových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
Literatura	Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8.