

2 NAVRHOVÁNÍ KONSTRUKCÍ PODLE ČSN EN 1995-1-2: 2006

Jak již bylo zmíněno tato evropská norma je zdokonaleným zněním jí předcházející předběžné evropské normy ENV 1995-1-2:1994. Z důvodu, aby v tomto textovém materiálu prezentované návrhové postupy byly co nejvíce kompatibilní s ČSN EN 1995-1-2:2006, je v něm použito stejné číslování vztahů, tabulek a obrázků jako v normě.

2.1. Návrhové hodnoty vlastností materiálu

Pro ověření mechanické odolnosti se musí návrhové hodnoty pevnostních a tuhostních vlastností určovat ze vztahů:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (1)$$

$$S_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{S_{20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (2)$$

kde $f_{d,fi}$ je návrhová pevnost při požáru, $S_{d,fi}$ je návrhová tuhostní vlastnost (modul pružnosti $E_{d,fi}$ nebo modul pružnosti ve smyku $G_{d,fi}$) při požáru, f_{20} je 20% kvantil pevnostní vlastnosti při běžné teplotě, S_{20} je 20% kvantil tuhostní vlastnosti (modul pružnosti nebo modul pružnosti ve smyku) při běžné teplotě, $k_{mod,fi}$ je modifikační součinitel pro požár, $\gamma_{M,fi}$ je dílčí součinitel spolehlivosti dřeva při požáru.

POZNÁMKA 1 Modifikační součinitel pro požár zohledňuje redukci pevnostních a tuhostních vlastností při zvýšených teplotách. Modifikační součinitel pro požár nahrazuje modifikační součinitel pro navrhování při běžné teplotě k_{mod} uvedený v EN 1995-1-1.

POZNÁMKA 2 Doporučený dílčí součinitel spolehlivosti vlastnosti materiálu při požáru je $\gamma_{M,fi} = 1,0$.

20% kvantil pevnostní nebo tuhostní vlastnosti se má vypočítat takto:

$$f_{20} = k_{fi} f_k \quad (4)$$

$$S_{20} = k_{fi} S_{05} \quad (5)$$

kde f_{20} je 20% kvantil pevnostní vlastnosti při běžné teplotě, S_{20} je 20% kvantil tuhostní vlastnosti (modul pružnosti nebo modul pružnosti ve smyku) při běžné teplotě, S_{05} je 5% kvantil tuhostní vlastnosti (modul pružnosti nebo modul pružnosti ve smyku) při běžné teplotě, k_{fi} je uveden v tab. 1.

Tab. 1 Hodnoty k_{fi}

	k_{fi}
Rostlé dřevo	1,25
Lepené lamelové dřevo	1,15
Desky na bázi dřeva	1,15
LVL	1,1
Spoje se spojovacími prostředky ve stříhu s bočními prvky ze dřeva a desek na bázi dřeva	1,15
Spoje se spojovacími prostředky ve stříhu s bočními prvky z oceli	1,05
Spoje s osově zatíženými spojovacími prostředky	1,05

2.2 Návrhové hodnoty účinku zatížení

Účinek zatížení se má určovat pro čas $t = 0$ při použití kombinačních součinitelů $\psi_{1,1}$ nebo $\psi_{2,1}$ podle EN 1991-1-2:2002, článek 4.3.1.

Zjednodušeně může být účinek zatížení $E_{d,fi}$ stanoven z analýzy pro běžnou teplotu takto:

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d \quad (8)$$

kde E_d je návrhový účinek zatížení při navrhování na běžnou teplotu pro základní kombinaci zatížení, viz EN 1990; η_{fi} je redukční součinitel pro návrhové zatížení při požární situaci.

Redukční součinitel η_{fi} pro kombinaci zatížení (6.10) v EN 1990:2002 se má uvažovat takto:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (9)$$

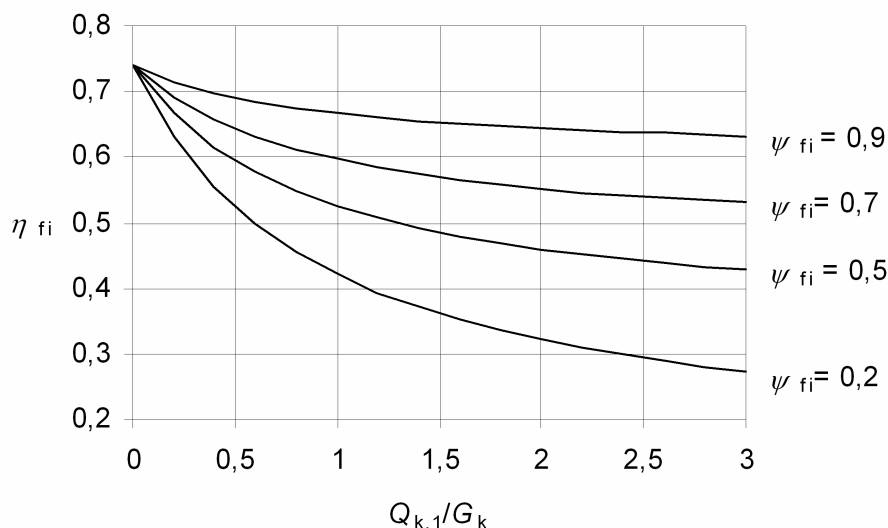
nebo, pro kombinace zatížení (6.10a) a (6.10b) v EN 1990:2002, jako nejmenší hodnota získaná z následujících dvou vztahů:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (9a)$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (9b)$$

kde $Q_{k,1}$ je charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení, G_k je charakteristická hodnota stálého zatížení, γ_G je dílčí součinitel pro stálá zatížení, $\gamma_{Q,1}$ je dílčí součinitel pro proměnné zatížení 1, ψ_{fi} je součinitel pro časté hodnoty proměnných zatížení při požární situaci, dané buď $\psi_{1,1}$ nebo $\psi_{2,1}$ - viz EN 1991-1-2:2002, ξ je redukční součinitel nepříznivých stálých zatížení G .

POZNÁMKA 1 Příklad průběhu redukčního součinitele η_{fi} v závislosti na poměru zatížení $Q_{k,1}/G_k$ pro různé hodnoty součinitele kombinace ψ_{fi} podle vztahu (9) je zobrazen na obr.1 s následujícími předpoklady: $\gamma_{GA} = 1,0$, $\gamma_G = 1,35$ a $\gamma_Q = 1,5$. Dílčí součinitele jsou uvedeny v příslušných národních přílohách EN 1990:2002. Vztahy (9a) a (9b) dávají trochu vyšší hodnoty.



Obr. 1 Příklady redukčního součinitele η_{fi} v závislosti na poměru zatížení $Q_{k,1}/G_k$ podle vztahu (9)

POZNÁMKA 2 Jako zjednodušení je doporučena hodnota $\eta_{fi} = 0,6$ mimo užitná zatížení kategorie E, uvedená v EN 1991-2-1:2002 (prostory citlivé na hromadění zboží včetně přístupových prostor), kde je doporučena hodnota $\eta_{fi} = 0,7$.

Okrajové podmínky v podpěrách mohou být uvažovány neměnné v čase.

2.3 Hloubka zuhelnatění

Chování dřeva a materiálů na bázi dřeva při požáru není možné jednoduše popsat. Odlišuje se chování při rozhořívání a při plně rozvinutém požáru. Při rozhořívání se uplatní hořlavost materiálu, stupeň jeho zápalnosti, rychlost šíření ohně/plamene na jeho povrchu a míra předávání tepla. Plně rozvinutý požár představuje fázi po vzplanutí, kdy jsou všechny hořlavé materiály zachváceny ohněm. Požadavky na materiály během této fáze jsou zaměřeny na jejich schopnost zachovat si své mechanické vlastnosti a omezovat oheň na oblast jeho vzniku, aby nedocházelo k šíření ohně nebo kouře a působení příliš vysokých teplot na straně odvrácené ohni, které by mohly vést k nepřímému přenosu požáru na sousední části konstrukce. Schopnost odolávat plnému požáru je obecně označována jako požární odolnost. Tato schopnost může být přiřazena konstrukčnímu prvku a nikoliv materiálu. Odolnost prvků ze dřeva a materiálů na bázi dřeva proti účinkům požáru charakterizují především jejich hloubky zuhelnatění.

Hloubka zuhelnatění je vzdálenost mezi vnějším povrchem původního prvku a polohou čáry zuhelnatění a určuje se z doby vystavení účinkům požáru a příslušné rychlosti zuhelnatění.

K zuhelnatění prvků ze dřeva a desek na bázi dřeva dochází především v případě, že jsou přímo vystaveny požáru.

Posouzení průřezů na účinky požáru má vycházet z aktuální hloubky jejich zuhelnatění včetně zaoblení rohů. Alternativně může být stanoven nominální průřez bez zaoblení rohů, založený na nominální hloubce zuhelnatění.

Poloha čáry zuhelnatění odpovídá poloze izoterm 300 °C. Tento předpoklad platí pro většinu dřeva jehličnatých a listnatých stromů.

Rychlosti zuhelnatění jsou běžně rozdílné pro:

- povrchy nechráněné během doby vystavení účinkům požáru;
- povrchy chráněné do doby porušení pláště požární ochrany;
- povrchy chráněné, které jsou vystaveny účinkům požáru až po porušení pláště požární ochrany.

Pravidla uvedená v následujícím textu platí pro normové vystavení účinkům požáru, dané nominální křivkou závislosti teplota – čas při požáru, která odpovídá zejména celulóзовému typu požárního zatížení (hoří dřevo, papír a látky) .

Proces hoření dřeva vypadá následovně. Při hoření dřeva a materiálů na bázi dřeva probíhá chemický rozklad, při němž se vytváří dřevěné uhlí a hořlavé plyny. K samovznícení tenkého proužku dřeva dochází při teplotě mezi 340 a 430 °C. Zápalná teplota může být i výrazně nižší (např. 150 °C), byl-li dřevěný prvek již delší dobu ohříván. Teploty menší než 100 °C, ale vyšší než pokojová teplota, přivádějí do dřeva teplo a urychlují jeho vysoušení. Při 100 °C se voda ve dřevu začíná odpařovat a pára uniká cestou nejmenšího odporu, tj. v rozích, hranami, spoji, otevřenými póry a trhlinami. V těchto místech dřevo vysychá rychleji. Teplota zůstává konstantní až do doby než se voda odpaří.

V rozmezí 150 až 200 °C se tvoří povrchové plyny (asi 70 % nehořlavého CO₂ a 30 % hořlavého CO). Do 275 °C probíhá tepelný rozklad dřeva (pyrolýza) poměrně pomalu a výhřevnost plynů přitom je jen asi 5024 kJ m⁻³ hmoty. Teprve při zvýšení teploty nad 275 °C nastávají již silně exotermické reakce a stoupá rychle teplota tvorbou lehké zápalné směsi uhlovodíků o výhřevnosti 8 374 kJ m⁻³ i více. Nejvíce hořlavé směsi vzniká při teplotách mezi 400 až 420 °C a její výhřevnost se zvyšuje až na 18 840 kJ m⁻³. Při teplotách nad 500 °C se tvoření plynů opět snižuje. Po prvním vznícení a hoření zápalné směsi plynů však hoření pokračuje dále, podporováno vyvíjejícím se teplem, které rozkládá i hlubší vrstvy dřeva na spalitelné produkty. Na druhé straně se na povrchu vytváří vrstva nespáleného uhlíku, který je špatným vodičem tepla a zamezuje přístup tepla k vnitřním nerozloženým vrstvám, a tím znemožňuje přívod dalších spalitelných plynů na povrch, až může v tomto stadiu u rozměrnějších průřezů prvků oheň i ustát, nedojde-li k popraskání a odprýskání této vrstvy.

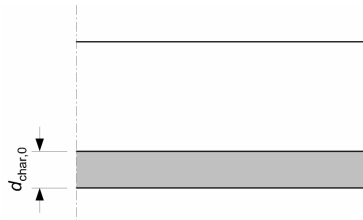
Tepelná vodivost zuhelnatělé vrstvy, dřevěného uhlí, je pouze asi jedna šestina tepelné vodivosti rostlého dřeva. Vrstva dřevěného uhlí působí jako izolační vrstva a rozklad dřeva pod ní probíhá zpomalně. Z tohoto důvodu a vzhledem k nízké tepelné vodivosti dřeva zůstává teplota uprostřed průřezu mnohem nižší než na povrchu. Požární odolnost dřevěných konstrukcí je proto podstatně vyšší, než se všeobecně předpokládá.

2.3.1 Povrchy nechráněné

Rozlišují se dvě hodnoty rychlosti zuhelnatění:

- jednorozměrná návrhová rychlost zuhelnatění;
- nominální návrhová rychlost zuhelnatění.

Jednorozměrná návrhová rychlost zuhelnatění platí pro jednorozměrné zuhelnatění, viz obr. 2, a uvažuje se konstantní v čase.



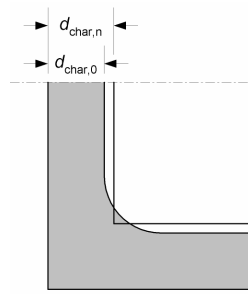
Obr. 2 Jednorozměrné zuhelnatění širokého průřezu (vystaveného účinkům požáru z jedné strany)

Návrhová hloubka zuhelnatění pro jednorozměrné zuhelnatění se určí takto:

$$d_{char,0} = \beta_0 t \quad (10)$$

kde $d_{char,0}$ je návrhová hloubka zuhelnatění pro jednorozměrné zuhelnatění, β_0 je jednorozměrná návrhová rychlost zuhelnatění, t je doba vystavení účinkům požáru.

Nominální návrhová rychlost zuhelnatění, jejíž hodnota již zahrnuje účinek zaoblení rohů, viz obr. 3, se též uvažuje konstantní v čase.



Obr. 3 Hloubka zuhelnatění $d_{char,0}$ pro jednorozměrné zuhelnatění
a nominální hloubka zuhelnatění $d_{char,n}$

Nominální návrhová hloubka zuhelnatění se určí takto:

$$d_{char,n} = \beta_n t \quad (11)$$

kde $d_{char,n}$ je nominální návrhová hloubka zuhelnatění, která zahrnuje účinek zaoblení rohů, β_n je nominální návrhová rychlost zuhelnatění, která zahrnuje účinek zaoblení rohů.

Jednorozměrná návrhová rychlost zuhelnatění se používá za předpokladu, že zvětšené zuhelnatění blízko rohů je uváženo a jedná se o průřezy s původní minimální šířkou b_{min} , kde

$$b_{min} = 2 d_{char,0} + 80 \quad \text{pro } d_{char,0} \geq 13 \text{ mm} \quad (12a)$$

$$b_{min} = 8,15 d_{char,0} \quad \text{pro } d_{char,0} < 13 \text{ mm} \quad (12b)$$

Když nejmenší šířka průřezu je menší než b_{\min} , používá se nominální návrhová rychlost zuhelnatění. Pro průřezy počítané s použitím jednorozměrných návrhových rychlostí zuhelnatění, se poloměr zaoblení rohů uvažuje roven hloubce zuhelnatění $d_{\text{char},0}$.

Pro povrchy dřeva nechráněné po dobu vystavení účinkům požáru jsou návrhové rychlosti zuhelnatění β_0 a β_n uvedeny v tab.2.

Návrhové rychlosti zuhelnatění pro rostlé dřevo listnatých stromů, vyjma buku, s charakteristickými hodnotami hustoty mezi 290 a 450 kg/m³, se mohou stanovit lineární interpolací mezi hodnotami z tab.2. Rychlosti zuhelnatění buku se berou tak, jak jsou dány pro rostlé dřevo jehličnatých stromů.

Tab. 2 Návrhové rychlosti zuhelnatění

	β_0 mm/min	β_n mm/min
a) Dřevo jehličnatých stromů a buk		
Lepené lamelové dřevo s charakteristickou hustotou $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Rostlé dřevo s charakteristickou hustotou $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
b) Dřevo listnatých stromů		
Rostlé nebo lepené lamelové dřevo listnatých stromů s charakteristickou hustotou 290 kg/m^3	0,65	0,7
Rostlé nebo lepené lamelové dřevo listnatých stromů s charakteristickou hustotou $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,50	0,55
c) LVL		
s charakteristickou hustotou $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
d) Desky		
Dřevěné obložení	0,9 ^a	–
Překližka	1,0 ^a	–
Desky na bázi dřeva jiné než překližka	0,9 ^a	–
^a Hodnoty platí pro charakteristickou hustotou 450 kg/m^3 a tloušťku desky 20 mm.		

Pro návrhové rychlosti zuhelnatění desek na bázi dřeva a dřevěného obložení platí hodnoty uvedené v tab.2. Hodnoty platí pro charakteristickou hustotu desky 450 kg/m^3 a tloušťku desky 20 mm. Pro ostatní charakteristické hustoty desek ρ_k a tloušťky desek h_p menší než 20 mm se rychlost zuhelnatění určí takto:

$$\beta_{0,p,t} = \beta_0 k_p k_h \quad (13)$$

$$s \quad k_p = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}} \quad (14)$$

$$k_p = \sqrt{\frac{20}{h_p}} \quad (15)$$

kde ρ_k je charakteristická hustota desky v kg/m^3 , h_p je tloušťka desky v milimetrech.

2.3.2 Povrchy zpočátku chráněné

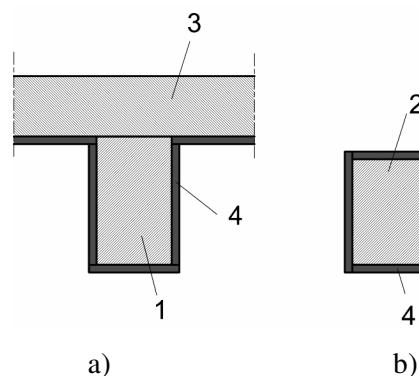
U povrchů chráněných pláštěm požární ochrany, jinými ochrannými materiály nebo jinými konstrukčními prvky, viz obr. 4, je třeba uvážit, že:

- počátek zuhelnatění je posunut až do času t_{ch} ;
- zuhelnatění může začít před porušením požární ochrany, ale nižší rychlostí než rychlostmi zuhelnatění uvedenými v tab.2 až do času porušení požární ochrany t_f ;
- po čase porušení požární ochrany t_f , rychlost zuhelnatění je zvýšena nad hodnoty uvedené v tab.2 až do času t_a popsáno dále;
- v čase t_a , když se hloubka zuhelnatění rovná buď hloubce zuhelnatění stejného prvku bez požární ochrany nebo 25 mm, podle toho co je menší, se rychlost zuhelnatění vrací k hodnotě v tab.2.

Ochrana zajištěná dalšími konstrukčními prvky může být omezená s ohledem na:

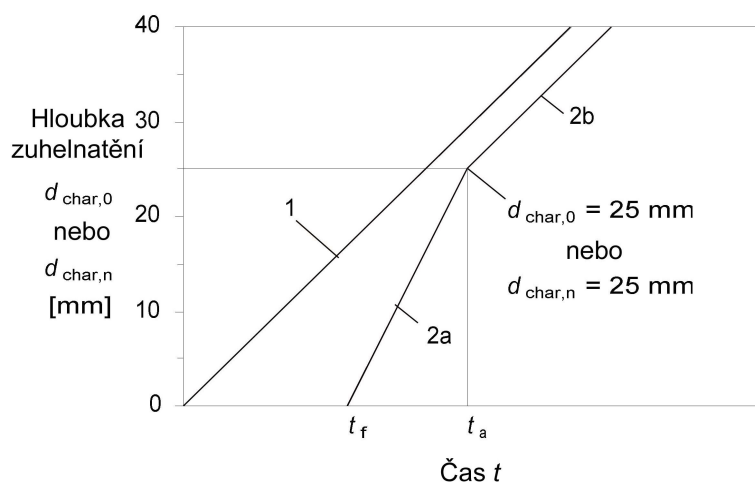
- poškození nebo kolaps ochranného prvku;
- nadměrnou deformaci ochranného prvku.

Má se též uvážit účinek nevyplněných mezer větších než 2 mm ve spojích a obložení na počátek zuhelnatění a, jestliže je to namístě, na rychlost zuhelnatění před porušením ochrany.



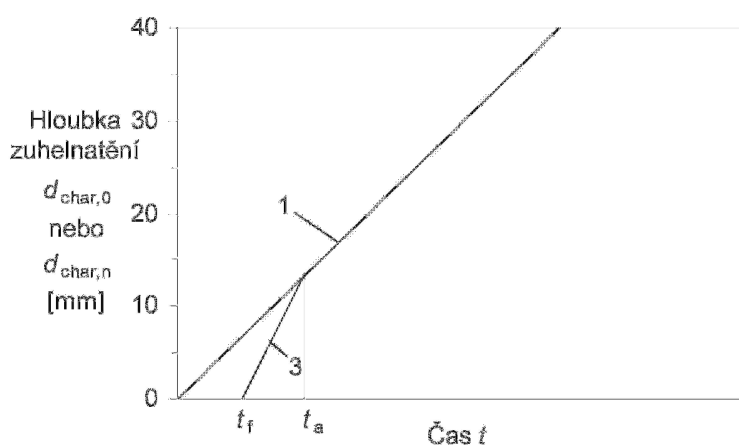
Obr.4 Příklady protipožárního obložení: a) nosníků, b) sloupů

Legenda: 1 nosník, 2 sloup, 3 záklop, 4 obložení



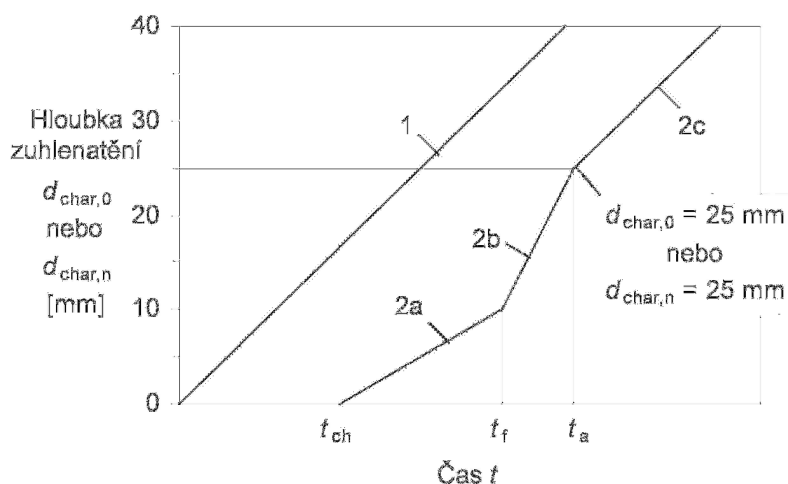
Obr.5 Vývoj hloubky zuhelnatění v čase, když $t_{ch} = t_f$
a když hloubka zuhelnatění v čase t_a je nejméně 25 mm

1 Průběh rychlosti zuhelnatění β_n (nebo β_0) pro prvky nechráněné během doby vystavení účinkům požáru; 2 Průběh pro zpočátku chráněné prvky po porušení požární ochrany: 2a Po odpadnutí požární ochrany, zuhelnatění začíná ve zvýšené míře; 2b Po dosažení hloubky zuhelnatění 25 mm se rychlost zuhelnatění redukuje na úroveň danou v tab.2.



Obr.6 Vývoj hloubky zuhelnatění v čase, když $t_{ch} = t_f$
a když hloubka zuhelnatění v čase t_a je menší než 25 mm

1 Průběh pro prvky nechráněné během doby vystavení účinkům požáru pro rychlost zuhelnatění uvedenou v tab.2; 3 Průběh pro zpočátku chráněné prvky s dobami porušení požární ochrany t_f a s časovým limitem t_a menším než je uvedeno v podmínce (17b)



Obr.7 Vývoj hloubky zuhelenatění v čase, když $t_{ch} < t_f$

1 Průběh rychlosti zuhelenatění β_n (nebo β_0) pro prvky nechráněné během doby vystavení účinkům požáru; 2 Průběh pro zpočátku chráněné prvky kde zuhelenatění začíná před porušením ochrany:

2a Zuhelenatění začíná v t_{ch} v redukované míře, když ochrana je stále na místě;

2b Po odpadnutí ochrany zuhelenatění začíná ve zvýšené míře;

2c Po dosažení hloubky zuhelenatění 25 mm se rychlost zuhelenatění redukuje na úroveň danou v tab. 2.

Rychlosti zuhelenatění

Pro $t_{ch} \leq t \leq t_f$ se rychlosti zuhelenatění dřevěných prvků uvedené v tab.2 přenásobí součinitelem k_2 .

V případě kdy je dřevěný prvek chráněn jedinou vrstvou sádrokartonové desky typu F, se k_2 určí takto:

$$k_2 = 1 - 0,018 h_p \tag{16}$$

kde h_p je tloušťka vrstvy v milimetrech.

Jestliže se obložení skládá z několika vrstev sádrokartonové desky typu F, za h_p se bere tloušťka vnitřní vrstvy.

Jestliže je dřevěný prvek chráněn vlnou z minerálních vláken s minimální tloušťkou 20 mm a minimální hustotou 26 kg/m^3 , která zůstane celistvá, až do $1\,000 \text{ }^\circ\text{C}$, je možno k_2 brát z tab.3. Pro tloušťky mezi 20 a 45 mm se může použít lineární interpolace.

Tab. 3 Hodnoty k_2 pro dřevo chráněné vlnou z minerálních vláken

Tloušťka h_{ins} [mm]	k_2
20	1
≥ 45	0,6

Pro období po porušení ochrany dané $t_f \leq t \leq t_a$, se rychlosti zuhelenatění v tab.2 přenásobí součinitelem $k_3 = 2$. Pro $t \geq t_a$ se rychlosti zuhelenatění v tab.3.1 použijí bez přenásobením součinitelem k_3 .

Časové omezení t_a , viz obr. 3.4 a 3.5, se pro $t_{ch} = t_f$ uvažuje jako min hodnota ze vztahu (17a) a (17b):

$$t_a = 2 t_f \quad (17a)$$

$$t_a = \frac{25}{k_3 \beta_n} + t_f \quad (17b)$$

nebo pro $t_{ch} < t_f$ (viz obr. 7)

$$t_a = \frac{25 - (t_f - t_{ch}) k_2 \beta_n}{k_3 \beta_n} + t_f \quad (18)$$

kde β_n je předpokládaná návrhová rychlost zuhelnatění, v mm/min. Podmínky (17a), (17b) a (18) platí také pro jednorozměrné zuhelnatění, když β_n je nahrazeno β_0 .

Výpočet t_f je popsán dále.

Podmínka (17b) v sobě zahrnuje skutečnost, že vrstva zuhelnatění 25 mm představuje dostatečnou ochranu, aby byla rychlost zuhelnatění redukována na hodnoty v tab.2.

Počátek zuhelnatění

Pro plášť požární ochrany skládající se z jedné nebo několika vrstev desek na bázi dřeva nebo dřevěného obložení se čas počátku zuhelnatění t_{ch} chráněného dřevěného prvku určuje takto:

$$t_{ch} = \frac{h_p}{\beta_0} \quad (19)$$

kde h_p je tloušťka desky, v případě několika vrstev celková tloušťka vrstev; t_{ch} čas počátku zuhelnatění.

Pro plášť tvořené jednou vrstvou sádkartonové desky typu A, F nebo H podle EN 520, ve vnitřních částech nebo na obvodě sousedícím s vyplněnými spoji, nebo nevyplněnými dutinami o šířce 2 mm nebo méně, se čas počátku zuhelnatění t_{ch} uvažuje takto:

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 14 \quad (20)$$

kde h_p je tloušťka desky v mm.

V místech sousedících se spoji s nevyplněnými dutinami s šířkou větší než 2 mm, se čas počátku zuhelnatění t_{ch} určí takto:

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 23 \quad (21)$$

kde h_p je tloušťka desky v mm.

Sádkartonová deska typu E, D, R a I podle EN 520 má stejné nebo lepší tepelné a mechanické vlastnosti než typu A a H.

Pro pláště tvořené dvěma vrstvami sádrokartonové desky typu A nebo H se čas počátku zuhelnatění t_{ch} určí podle vztahu (20), kde tloušťka h_p se bere jako tloušťka vnější vrstvy a 50 % tloušťky vnitřní vrstvy, předpokládá se, že rozteč spojovacích prostředků ve vnitřní vrstvě není větší než rozteč spojovacích prostředků ve vnější vrstvě.

Pro pláště tvořené dvěma vrstvami sádrokartonové desky typu F se čas počátku zuhelnatění t_{ch} určí podle vztahu (20), kde tloušťka h_p se bere jako tloušťka vnější vrstvy a 80 % tloušťky vnitřní vrstvy, předpokládá se, že rozteč spojovacích prostředků ve vnitřní vrstvě není větší než rozteč spojovacích prostředků ve vnější vrstvě.

Pro nosníky nebo sloupy chráněné vlnou z minerálních vláken se čas počátku zuhelnatění t_{ch} určí takto:

$$t_{ch} = 0,07(h_{ins} - 20) \sqrt{\rho_{ins}} \quad (22)$$

kde t_{ch} je čas počátku zuhelnatění v minutách; h_{ins} tloušťka izolačního materiálu v milimetrech; ρ_{ins} hustota izolačního materiálu v kg/m^3 .

Časy do porušení pláštíků požární ochrany

Porucha pláštíků požární ochrany může nastat z důvodu:

- zuhelnatění nebo mechanické degradace materiálu pláště;
- nedostatečné délky průniku spojovacích prostředků do nezuhelnatělého dřeva;
- neúměrných roztečí a vzdáleností spojovacích prostředků.

Pro pláště požární ochrany z dřevěného obložení a desek na bázi dřeva připevněných k nosníkům nebo sloupům, se čas do porušení určí následovně

$$t_f = t_{ch} \quad (23)$$

kde t_{ch} se stanoví podle vztahu (19).

Pro sádrokartonovou desku typu A a H se čas do porušení t_f uvažuje takto:

$$t_f = t_{ch} \quad (24)$$

kde t_{ch} se stanoví podle vztahu (20) a h_p se stanoví podle shora uvedených zásad.

Všeobecně je poškození způsobené mechanickou degradací závislé na teplotě a rozměru desek a jejich orientaci. Normálně je svislá poloha příznivější než vodorovná.

Délka průniku ℓ_a spojovacích prostředků do nezuhelnatělého dřeva má být nejméně 10 mm.

Požadovaná délka spojovacího prostředku $\ell_{f,req}$ se stanoví takto:

$$\ell_{f,req} = h_p + d_{char,0} + \ell_a \quad (25)$$

kde h_p je tloušťka desky; $d_{char,0}$ hloubka zuhelnatění dřevěného prvku; ℓ_a minimální délka průniku spojovacího prostředku do nezuhelnatělého dřeva.

Zvětšené zuhelnatění blízko rohů je přitom třeba vzít v úvahu.

2.4 Metoda redukovaného průřezu

Účinný průřez se má vypočítat pomocí redukce počátečního průřezu o účinnou hloubku zuhelnatění d_{ef} (viz obr. 8):

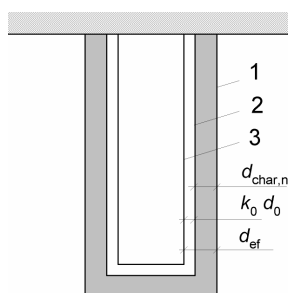
$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 \quad (26)$$

s $d_0 = 7 \text{ mm}$

$d_{char,n}$ se určuje podle vztahu (11), nebo pravidel uvedených v 2.3.2 (3.4.3 v normě);

k_0 je vysvětlen v následujícím textu.

POZNÁMKA Předpokládá se, že materiál v blízkosti čáry zuhelnatění ve vrstvě tloušťky $k_0 d_0$ má nulovou pevnost a tuhost, zatímco vlastnosti pevnosti a tuhosti zbytkového průřezu se uvažují nezměněné.



Obr. 8 Definice zbytkového průřezu a účinného průřezu

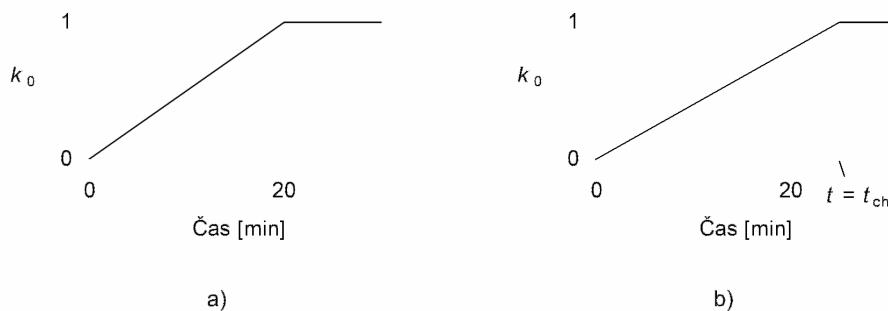
1 Počáteční povrch prvku, 2 Okraj zbytkového průřezu, 3 Okraj účinného průřezu

Pro nechráněné povrchy se má k_0 určit z tab. 4.

Tab. 4 Určení k_0 pro nechráněné povrchy s t v minutách (viz obr. 9a)

	k_0
$t < 20$ minut	$t/20$
$t \geq 20$ minut	1,0

Pro chráněné povrchy s $t_{ch} > 20$ minut, se má předpokládat, že se k_0 mění lineárně od 0 do 1 během časového intervalu od $t = 0$ do $t = t_{ch}$ - viz obr. 9b. Pro chráněné povrchy s $t_{ch} \leq 20$ minut platí tab. 4.



Obr. 9 Průběh k_0 : a) pro nechráněné prvky a chráněné prvky, kde $t_{ch} \leq 20$ minut
b) pro chráněné prvky, kde $t_{ch} > 20$ minut

Pro dřevěné povrchy lemující prázdnou dutinu ve stropní nebo stěnové sestavě (normálně široké strany sloupku nebo stropnice) platí následující:

- Kde se protipožární obvodový plášť skládá z jedné nebo dvou vrstev sádkartonové desky typu A, desky ze dřeva nebo desek na bázi dřeva, má se k_0 , v čase porušení obvodového pláště t_f , uvažovat 0,3. Potom se má předpokládat, že se zvyšuje lineárně na jednotku během následujících 15 minut.
- Kde se protipožární obvodový plášť skládá z jedné nebo dvou vrstev sádkartonové desky typu F, má se k_0 , v čase začátku zuhelnatění t_{ch} , uvažovat rovné 1,0. Pro časy $t < t_{ch}$ se má použít lineární interpolace - viz obr. 9b.

Návrhové pevnostní a tuhostní vlastnosti účinného průřezu se mají počítat s $k_{mod,fi} = 1,0$.

2.5 Metoda redukováných vlastností

Pro obdélníkové průřezy ze dřeva jehličnatých dřevin, vystavené požáru ze třech nebo čtyřech stran, a kruhové průřezy, vystavené požáru podél jejich celého obvodu, platí následující pravidla. Zbytkový průřez se má určovat podle 2.3 (3.4 v normě).

Pro $t \geq 20$ minut se má modifikační součinitel pro požár $k_{mod,fi}$ uvažovat následovně (viz obr. 10):

- pro pevnost v ohybu:

$$k_{mod,fi} = 1,0 - \frac{1}{200} \frac{p}{A_r} \quad (27)$$

- pro pevnost v tlaku:

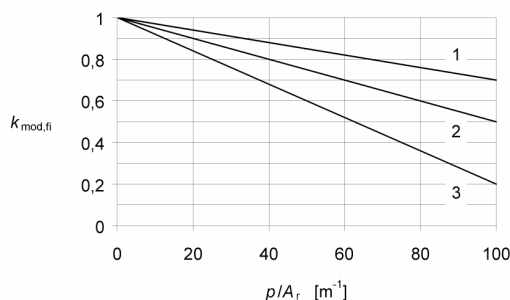
$$k_{mod,fi} = 1,0 - \frac{1}{125} \frac{p}{A_r} \quad (28)$$

- pro pevnost v tahu a modul pružnosti:

$$k_{mod,fi} = 1,0 - \frac{1}{330} \frac{p}{A_r} \quad (29)$$

kde p je obvod zbytkového průřezu vystaveného požáru v m, A_r je plocha zbytkového průřezu v m².

Pro nechráněné a chráněné prvky, se má pro čas $t = 0$ uvažovat modifikační součinitel pro požár $k_{mod,fi} = 1$. Pro nechráněné prvky, se může pro $0 \leq t \leq 20$ minut určovat modifikační součinitel lineární interpolací.



Obr. 10 Zobrazení vztahů (27) – (29)

1 Pevnost v tahu, modul pružnosti, 2 Pevnost v ohybu, 3 Pevnost v tlaku

QUALITY RECORD

Název	Navrhování dřevěných konstrukcí podle ČSN EN 1995-1-2:2006
Popis	V textu jsou uvedeny základní postupy pro navrhování dřevěných konstrukcí na účinky požáru.
Kategorie	Dřevěné konstrukce
Název souboru	5-2_Navrhovani_drevenych_kci.pdf
Datum vytvoření	10. 12. 2006
Autor	Doc Ing. Petr Kuklík, CSc. Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
Klíčová slova	Vlastnost materiálu; Účinky zatížení; Hloubka zuhelnatění; Rychlost zuhelnatění; Počátek zuhelnatění; Metoda redukovaného průřezu; Metoda redukovaných vlastností.
Eurokódy	EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČSN, Praha 2004. EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru.
Literatura	Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8.