



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Research Fund
for Coal & Steel



Seminář

Požární normy po roce 2021

Požární zatížení po roce 2021

Ing. Kamila Cábová, Ph.D.

Motivace

- Seznámit s připravovanými změnami v normě
**Eurocode 1 - Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení
konstrukcí vystavených účinkům požáru**

CEN TC250 SC1.T4

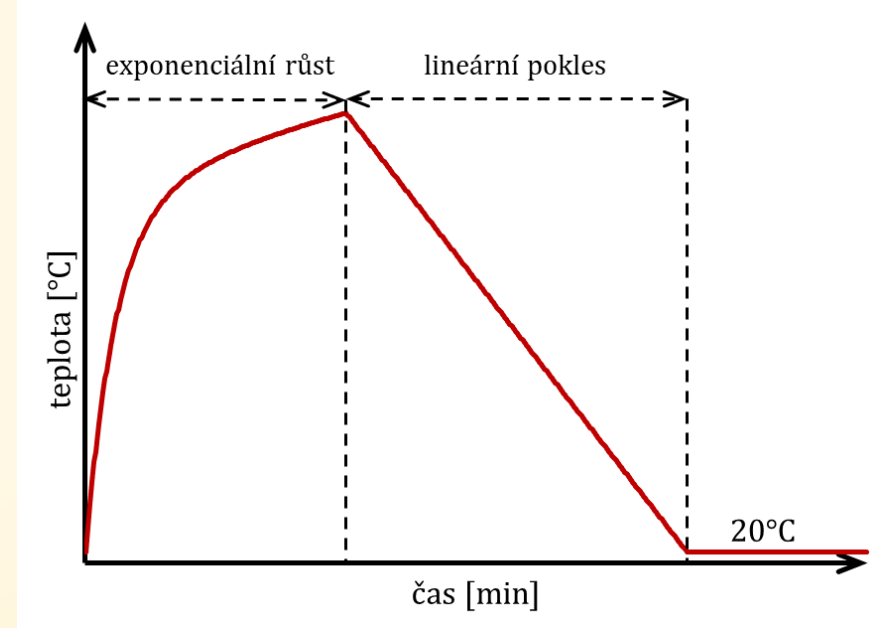
- Pracovní skupina WG4 (Raul Zaharia)
- Projektový tým PT (Olivier Vassart)

Změny EN 1991-1-2

- **Normativní část**
 - Změna/ upřesnění/ doplnění pojmů např.
Physically based models (dříve Natural fire)
Simplified model (dříve Simple)
- **Informativní části**
 - Přílohy A až G

Změny EN 1991-1-2 Příloha A

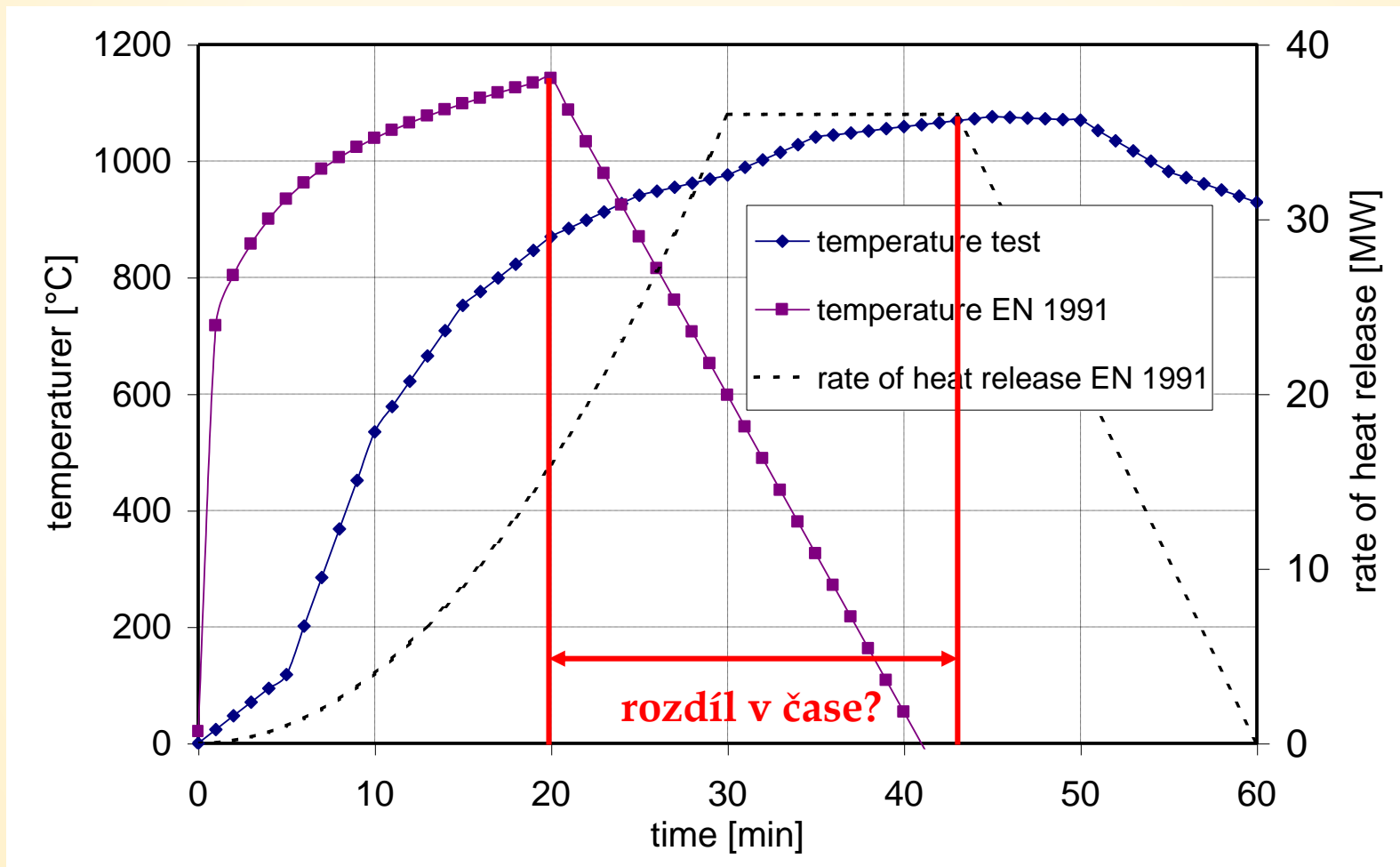
- Diskuze o náhradě současné parametrické teplotní křivky
- **Proč?**
 - Mnoho Evropských států nepoužívá
 - není provázáno s rychlostí uvolňování tepla
 - chladnutí rychlejší než při experimentech
 - omezené použití
- **Alternativy**
 - Německá křivka (NA DIN EC)
 - Dánská křivka (NA DK EC)



Schematický tvar křivky dle Přílohy A

Změny EN 1991-1-2 Příloha A

- Diskuze o náhradě současné parametrické teplotní křivky



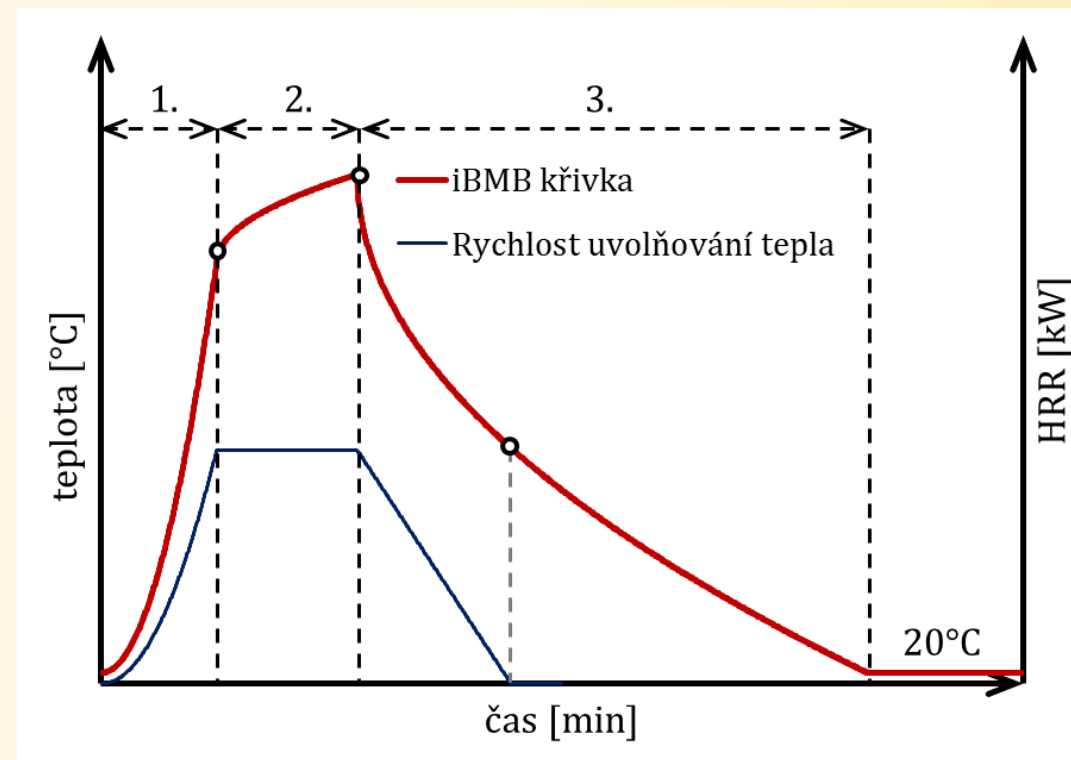
Porovnání se zkouškou v Cardingtonu

Změny EN 1991-1-2 Příloha A

- **Německá křivka v národní příloze DIN EC**
 - Vychází z prací na iBMB (Zehfuss, Hosser, 2002)
 - 3 fáze (rozvoj, plně rozvinutá, chladnutí)
 - Přímá souvislost s rychlostí uvol. tepla

+ Časově dobře odpovídá HRR

— Složitější výpočet



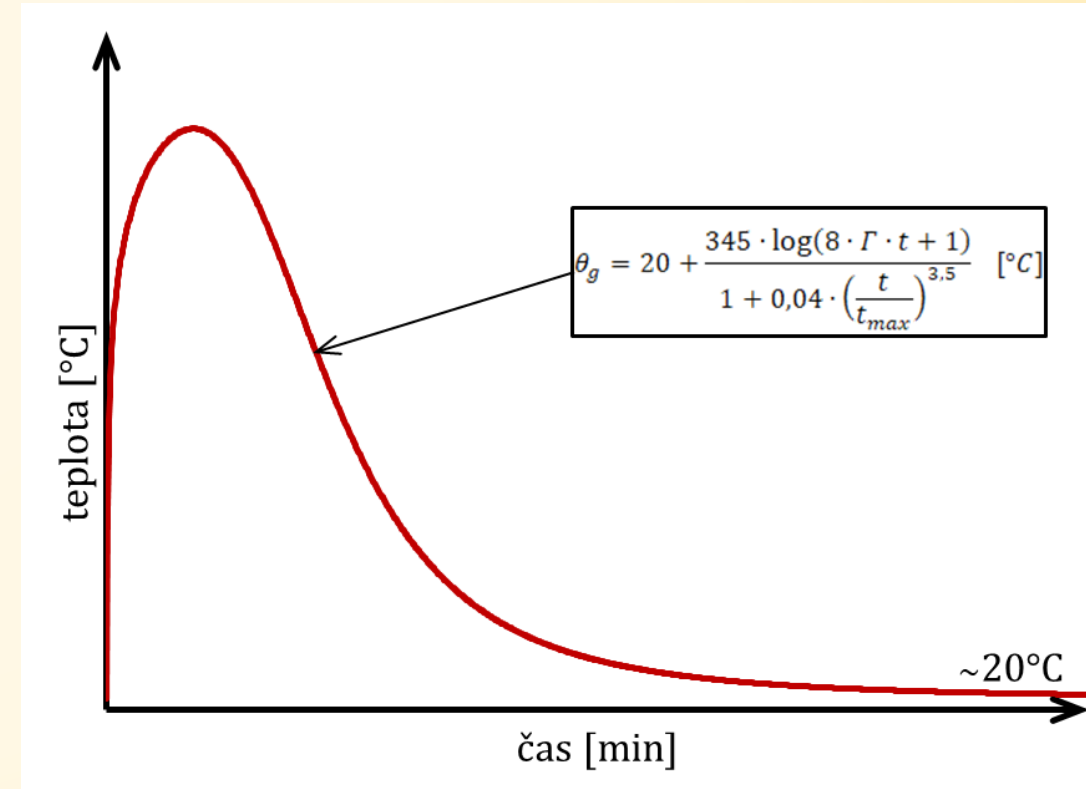
Schematický tvar křivky dle německé národní přílohy

Změny EN 1991-1-2 Příloha A

- **Dánská křivka v národní příloze DK EC**
 - Vznikla úpravou stávající křivky dle Přílohy A
 - Shodná omezení
 - Celý průběh popsán jednou křivkou

+ Jednoduché použití

— Založena na param. tepl. křivce



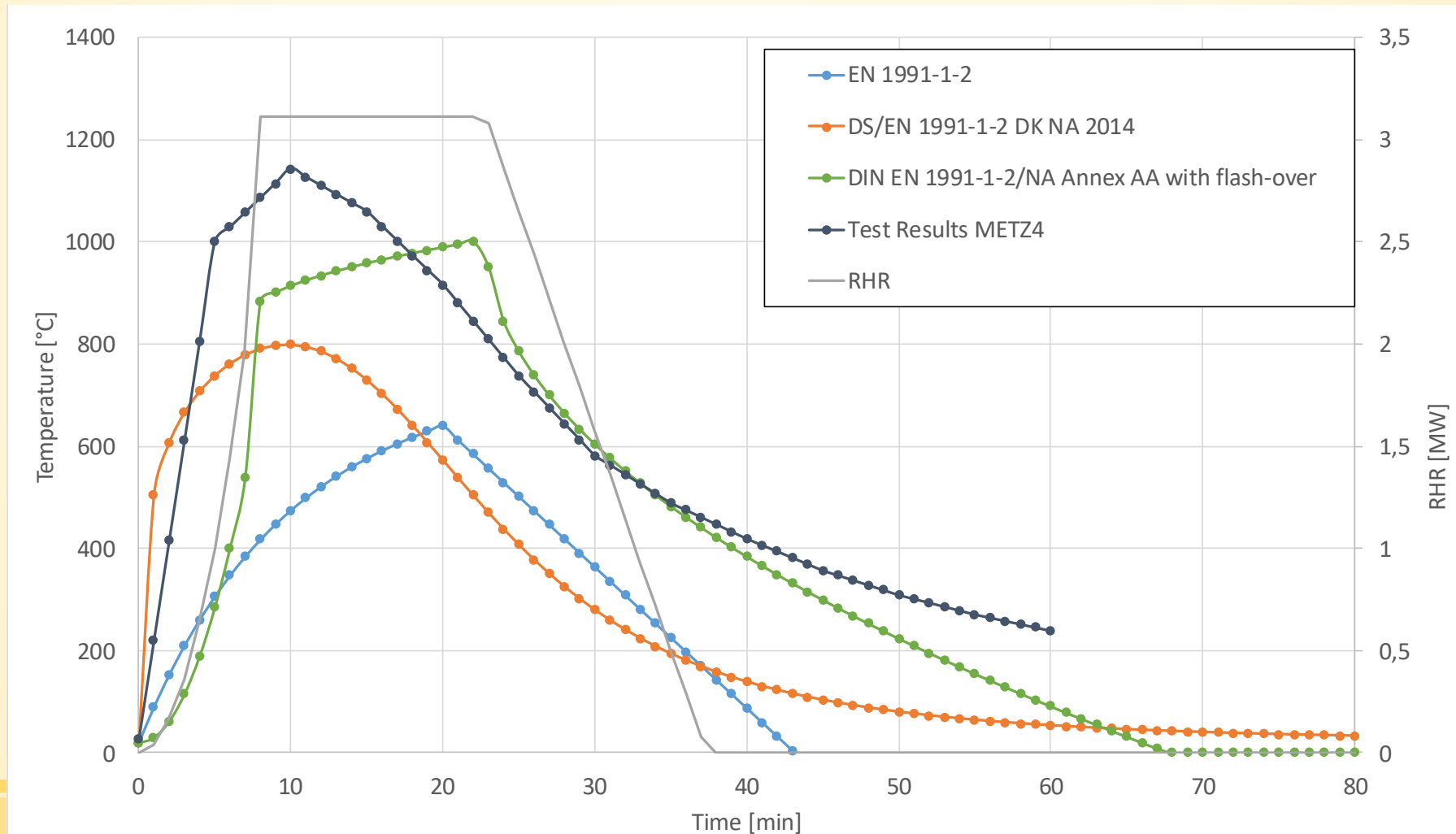
Schematický tvar křivky dle dánské národní přílohy

Změny EN 1991-1-2 Příloha A

- **Porovnání křivek a experimentálních výsledků**
 - Databáze 28 požárních zkoušek (vlastnosti PÚ, teploty, okraj. podm.)
 - Spolupráce ČVUT a iBMB Branschweig
 - Výpočet teplot pomocí automatizovaného tabulkového procesoru
 - Výpočty teplot podle 3 modelů – EN, DIN, DK
 - Výstupy v grafech pro každou požární zkoušku
 - Porovnání výsledků na ČVUT a iBMB

Změny EN 1991-1-2 Příloha A

- Porovnání křivek a experimentálních výsledků
 - Příklad – požární zkouška METZ4 (Schleich, J.B. 2001)



Změny EN 1991-1-2 Příloha A

- **Závěry porovnání**
 - DIN křivka lépe popisuje teploty z experimentů – je provázána s HRR (fáze před flashoverem i po něm), je ale příliš složitá
 - Požární odolnost prvků není ovlivňována fází před flashoverem – není proto nutné mít v Příloze A křivku zahrnující fázi rozvoje

Závěr WG

- Příloha A by měla obsahovat post-flashover model (max. vliv na konstrukce)
- Nedostatečné množství porovnání/nevhodné experimenty
- Nesouhlas jednotlivých zemí se změnou (VB, Fr, DK)
- Příloha A zůstane shodná (informativní)

Změny EN 1991-1-2 Příloha B

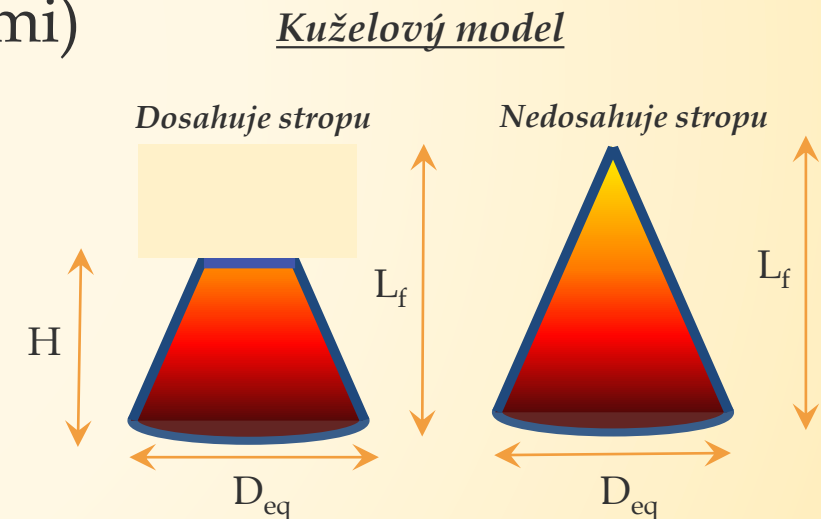
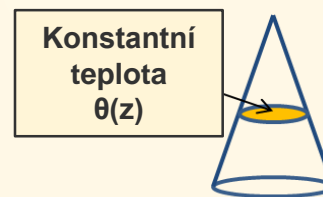
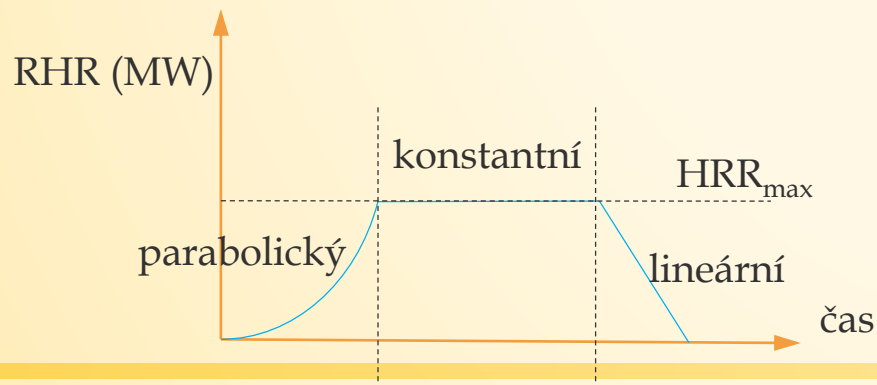
Tepelné zatížení vnějších prvků

- Drobné úpravy rovnic, obrázků:
 - Doplnění k rovnici B.4 (čas $\tau_F = 1200$ s)
 - Úprava rovnice B.19 (teplota v PÚ při nuceném větrání)

Změny EN 1991-1-2 Příloha C

Lokální požáry

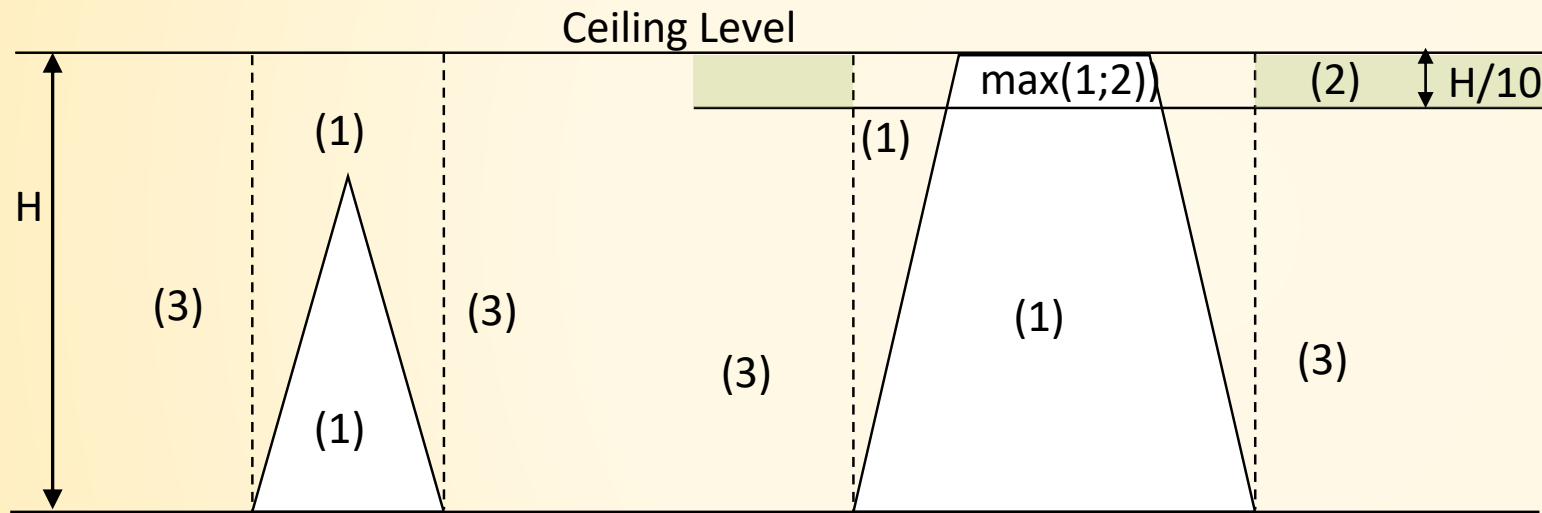
- Nově uveden postup pro stanovení teploty svislého prvku při lok. požáru
- Model na základě virtuálního plamene ve tvaru kužele (zachování principů modelů Heskestad a Hasemi)
- Teplota ve výšce z je shodná
- HRR počítáno dle Přílohy E



Změny EN 1991-1-2 Příloha C

Lokální požáry - účinek na konstrukční prvek

- Výpočet dle jeho umístění vůči požáru a stropu



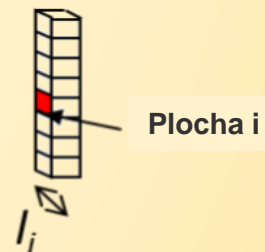
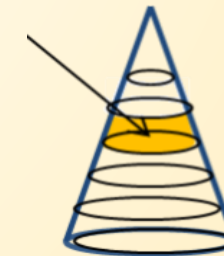
(1) : Heskestad

(2) : Hasemi

(3) : LOCAFI (tepelný radiační tok)

- Rozdělení virtuálního plamene na prstence (tl. ≤ 50 cm)
- Rozdělení přijímající plochy sloupu na segmenty

Konstantní teplota $\theta(z_i)$

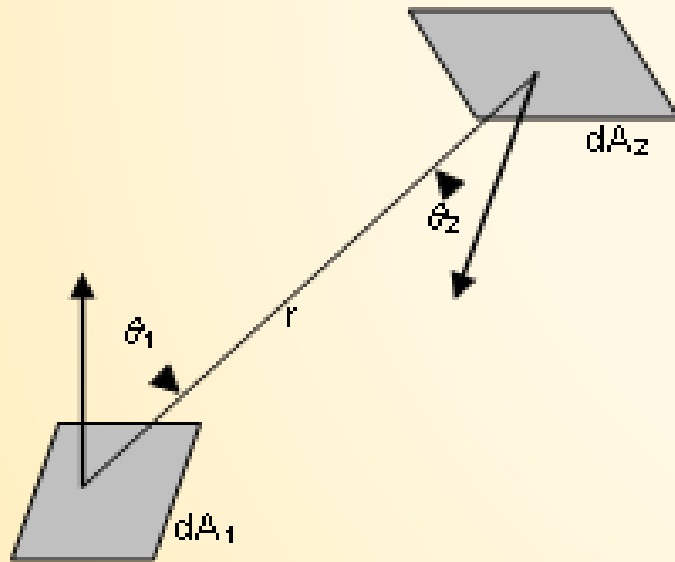


Změny EN 1991-1-2 Příloha C

Lokální požáry - účinek na konstrukční prvek

- Dopadající tepelný tok na segment sloupu

$$\dot{h}_{net} = \dot{h} - \alpha_c(\theta_m - 20) + \phi\sigma\varepsilon[(\theta + 273)^4 - 293^4] \quad [\text{W.m}^{-2}]$$



- Polohový faktor dle Přílohy G

$$\phi_{dA_1 \rightarrow dA_2} = \alpha_2 \varepsilon_1 \sigma \cdot T^4 \frac{\cos(\theta_1) \cos(\theta_2) dA_1 dA_2}{\pi r^2}$$

Změny EN 1991-1-2 Příloha D

Zdokonalené modely požáru

- Beze změn

Změny EN 1991-1-2 Příloha E

Hustota požárního zatížení

- Návrhová hodnota $q_{t,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn} \cdot \delta_{q3}$ [MJ/m²]

δ_{q3} ... součinitel, který uvažuje třídu spolehlivosti budovy dle EN 1990

TABLE E.3 – Factor δ_{q3}

Reliability Class	Examples of buildings	δ_{q3}
RC3	Grandstands, public buildings where consequences of failure are high (e.g. a concert hall)	1.19
RC2	Residential and office buildings, public buildings where consequences of failure are medium (e.g. an office building)	1
RC1	Agricultural buildings, buildings where people do not normally enter (e.g. storage buildings, greenhouses)	0.83

Změny EN 1991-1-2 Příloha E

Hustota požárního zatížení

- Návrhová hodnota $q_{t,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn} \cdot \delta_{q3}$ [MJ/m²]

δ_{ni} ... součinitel, který se uvažuje aktivní prvky požární ochrany

δ_{ni} Function of Active Fire Fighting Measures																
Automatic Fire Suppression			Automatic Fire Detection				Manual Fire Suppression									
Automatic Water Extinguishing System	Independent Water Supplies		Automatic Fire Detection & Alarm			Automatic Alarm Transmission To Fire Brigade	Fire Brigade		Safe access route			Fire Fighting Devices		Smoke Exhaust System		
	0	1	2	By Heat	By Smoke		By Heat & Smoke	Work FB	Off Site FB	Improved	Standard	Difficult	present	not present	present	not present
δ_{n1}	δ_{n2}		δ_{n3}			δ_{n4}	δ_{n5}		δ_{n6}			δ_{n7}		δ_{n8}		
0,61	1	0,87	0,7	0,9	0,73	0,73	0,87	0,61	0,78	0,9	1	1,5	1	1,5	1	1,5

dříve 0,87

nově

nově rozděleno

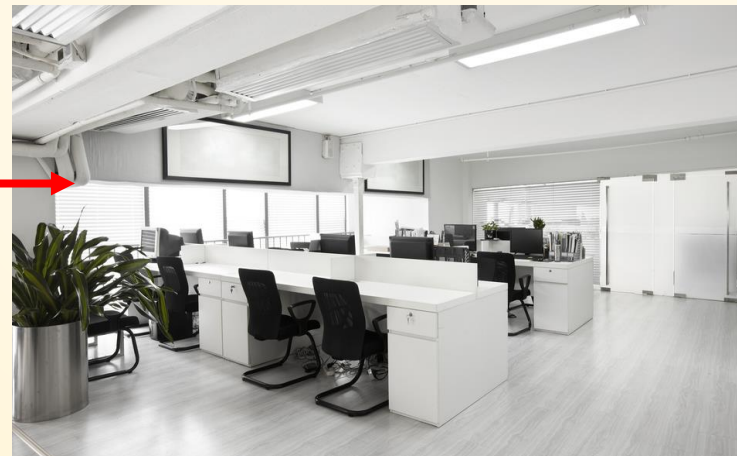
Změny EN 1991-1-2 Příloha E

Hustota charakt. požárního zatížení

- Tab. E.5 (dříve E.4)

Hustoty požárního zatížení $q_{f,k}$ pro různé provozy

- rozdíl v kancelářích v minulosti a dnes



Occupancy	Average	80% Fractile
Dwelling	780	948
Hospital (room)	230	280
Hotel (room)	310	377
Library, Archives	1 500	1 824
Densely loaded office (office including maximum 30% archive's surface)	744	905
Office	420	511
Sparsely loaded office (open space office, paperless office without archives)	206	250
Classroom of a school	285	347
Shopping centre Commercial area	600	730
Theatre (cinema)	300	365
Transport Public space: Circulation areas, walkways	100	122

NOTE Gumbel distribution is assumed for the 80-% fractile.

Změny EN 1991-1-2 Příloha E

Rychlost rozvoje požáru a RHR_f pro různé provozy

- Tab. E.6 (dříve E.5)
 - Více typů provozů
 - Hodnoty shodné

Max Rate of heat release RHR_f			
Occupancy	Fire growth rate	t_α [s]	RHR_f [kW/m ²]
Dwelling	Medium	300	250
Hospital (room)	Medium	300	250
Hotel (room)	Medium	300	250
Library, Archives	Fast	150	500
Densely loaded office (office including maximum 30% archive's surface)	Medium	300	250
Office	Medium	300	250
Sparsely loaded office (open space office, paperless office without archives)	Medium	300	250
Classroom of a school	Medium	300	250
Shopping centre Commercial area	Fast	150	250
Theatre (cinema)	Fast	150	500
Transport Public space: Circulation areas, walkways	Slow	600	250

Změny EN 1991-1-2 Příloha F

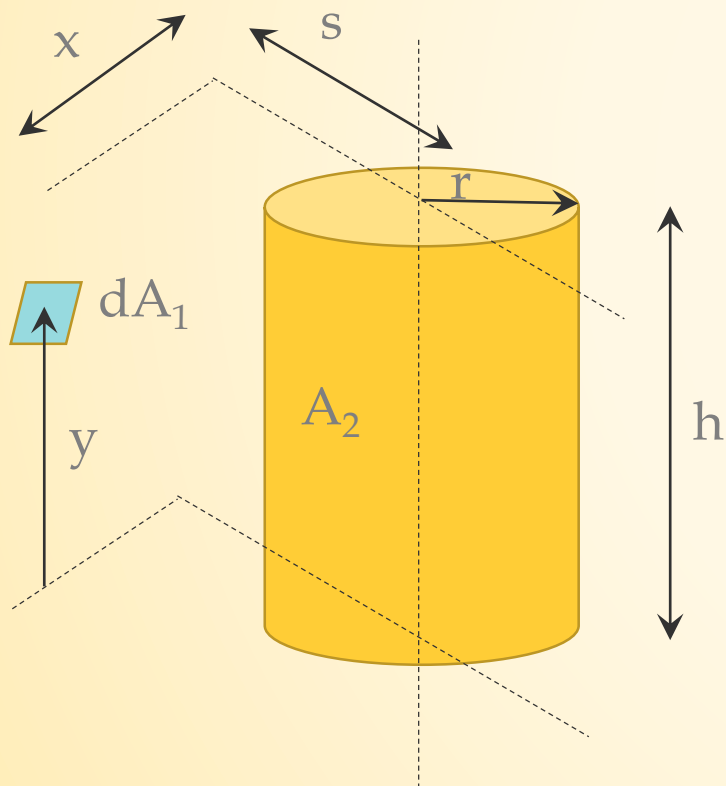
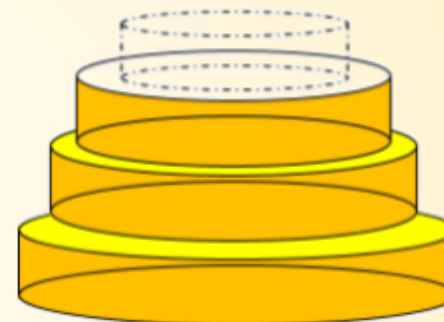
Ekvivalentní doba vystavení účinkům požáru

- Beze změn

Změny EN 1991-1-2 Příloha G

Polohový faktor

- Nově odst. G.4 Model virtuálního plamene



$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{S}{B} - \frac{S}{2B\pi} \left\{ \begin{aligned} & \cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{A - 1} \right) + \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{C + B - 1} \right) \\ & - Y \left[\frac{A + 1}{\sqrt{(A - 1)^2 + 4Y^2}} \cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{\sqrt{B}(A - 1)} \right) \right] \\ & - \sqrt{C} \frac{C + B + 1}{\sqrt{(C + B - 1)^2 + 4C}} \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{\sqrt{B}(C + B - 1)} \right) \\ & + H \cos^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{B}} \right) \end{aligned} \right\}$$

Shrnutí

Eurokód 1 - Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru

- Seznámení se změnami v budoucí verzi normy
- Změny zejména v Přílohách C, E, G
- V současné době Final Draft, diskuze pokračují

Děkuji za pozornost

Kamila Cábová