

infosteel



ArcelorMittal

Waarom een nieuwe generatie van stalen vloersystemen mogelijkheden biedt voor een optimaal ontwerp

“CoSFB” – engineering maakt het verschil

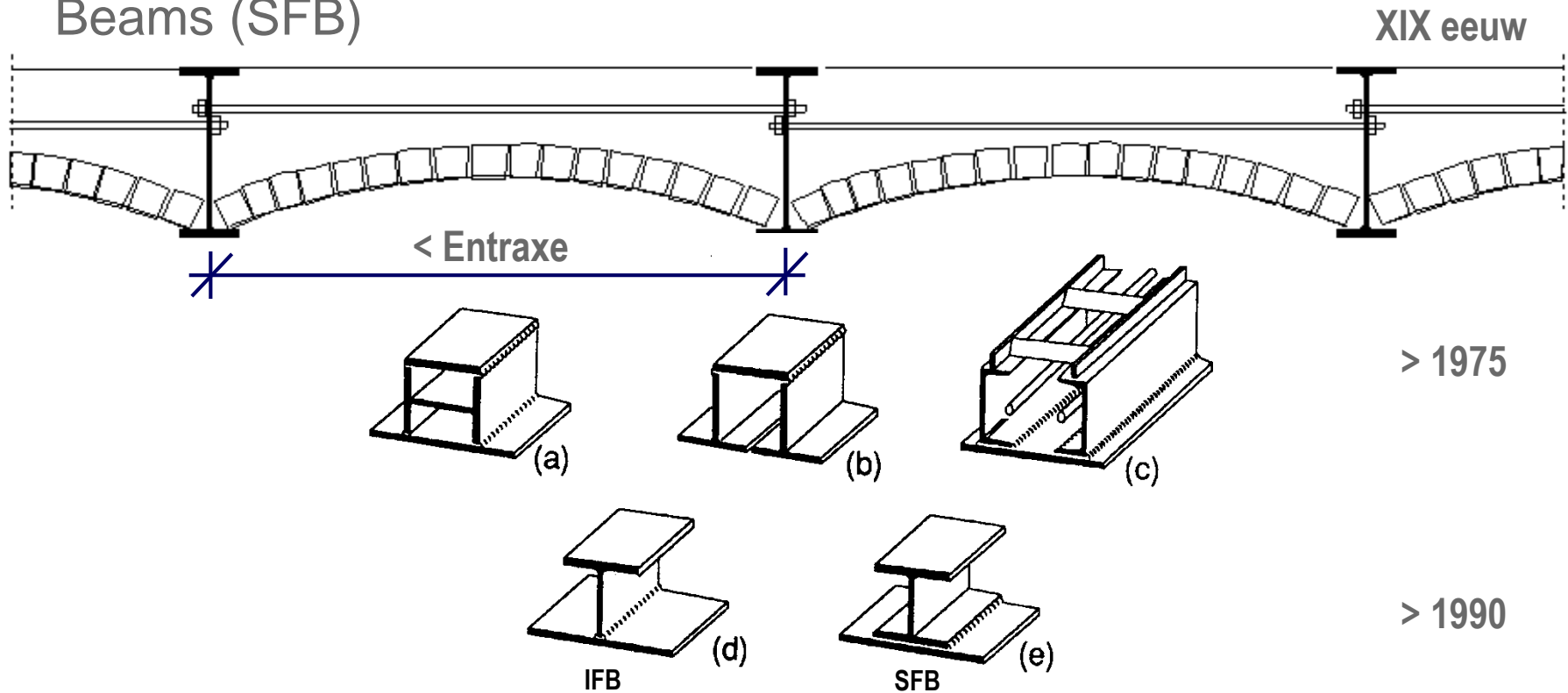
Brussel – 27/11/2014

Ing. Tim MEERT

Tim.meert@arcelormittal.com

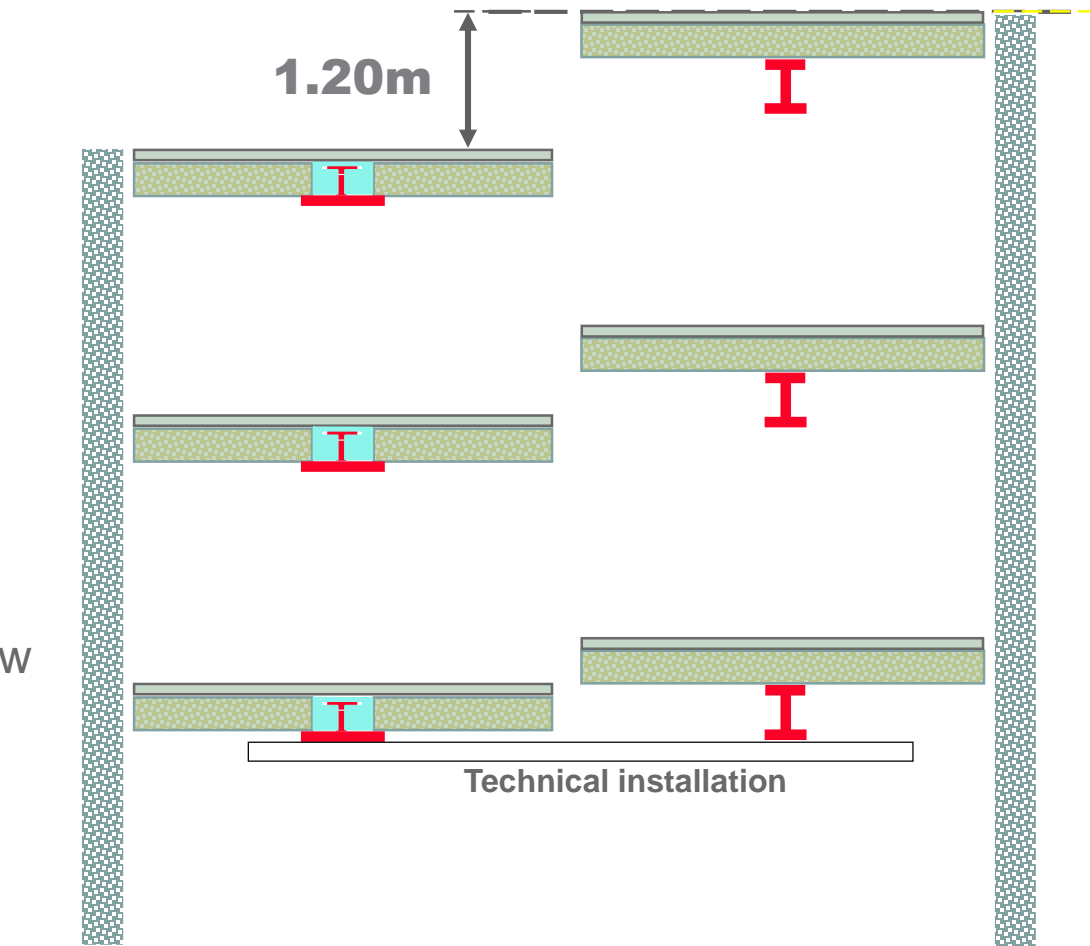
Historiek van stalen vloersystemen

- Evolutie van geïntegreerde stalen liggers met als laatste ontwikkeling de Integrated Floor Beams (IFB) & Slim-Floor Beams (SFB)



Slim-Floor constructie – Voordelen (1)

- ⇒ Reductie in vloerhoogte.
- ⇒ Lichte constructie
- ⇒ Optimalisatie van climatisatiekosten
- ⇒ Eenvoudige en snelle montage
- ⇒ Optimalisatie van de bouwhoogte van het gebouw resulterend in kleinere bouwkosten of in een extra (verhuurbare) verdieping





Slim-Floor constructie – Voordelen (2)



⇒ Makkelijke plaatsing technieken en optimalisatie van climatisatiekosten

⇒ Geïntegreerde brandweerstand



ArcelorMittal

Slim-Floor constructie – Concept





Slim-Floor constructie – Nadelen

Typische niet-composiet Slim-Floor Balken hebben een beperkte inertie en stijfheid omwille van de beperkte constructie hoogte!

⇒ Bij het ontwerp zijn vaak doorbuiging en trillingen in GGT bepalend.

⇒ Overspanningen van Slim-Floor balken zijn hierdoor beperkt tot +/- 7m

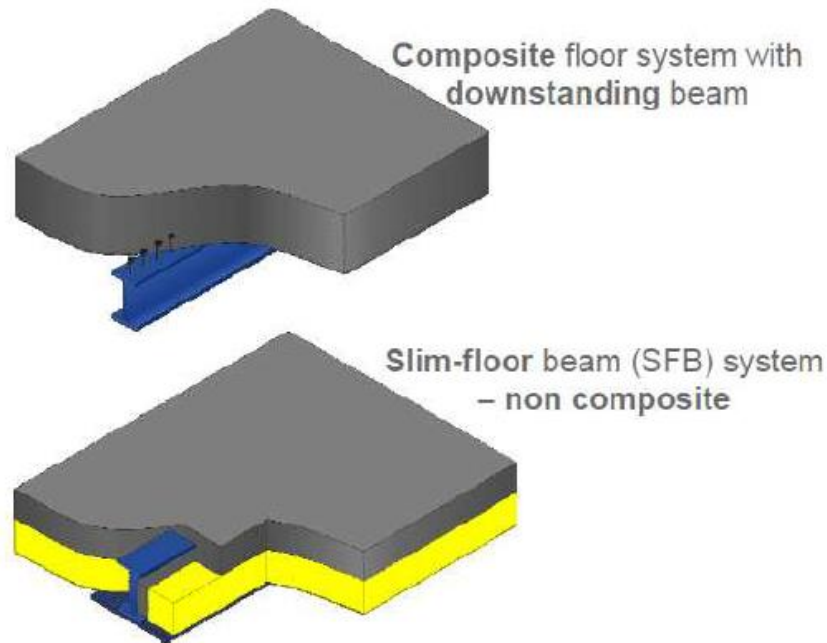
Welke minimale overspanningen vraagt de (beton)markt?
velden van 8,1m x 8,1m

Vraag: Hoe kunnen we de overspanning van een Slim-Floor Balk groter maken?

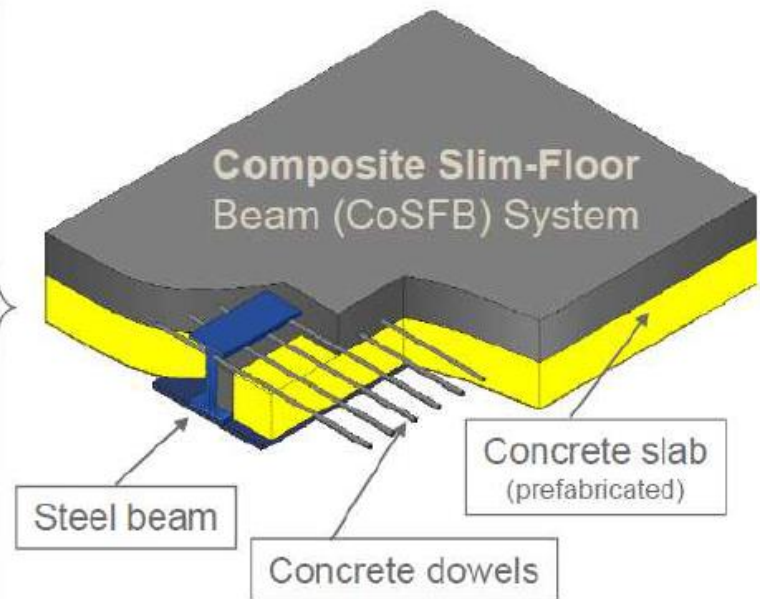


CoSFB – Composite Slim-Floor Beam

Traditional systems:

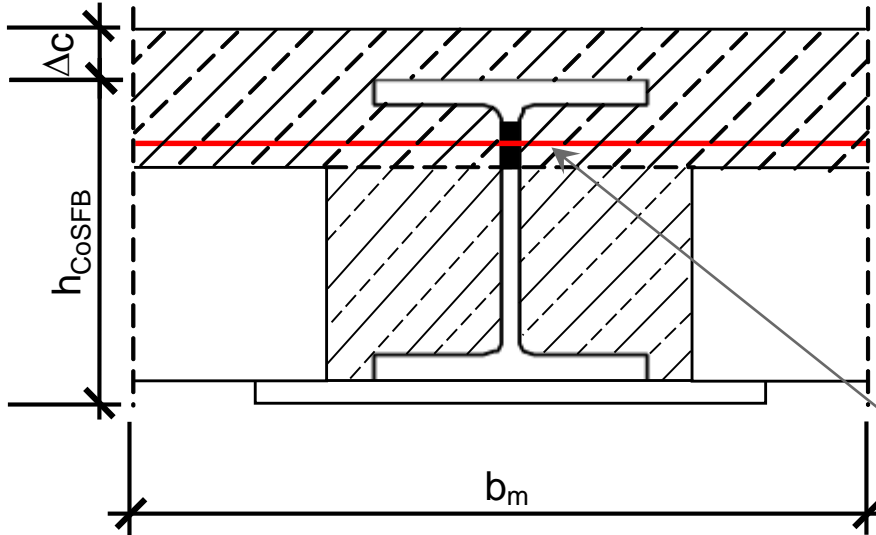


Innovative system:





CoSFB – Composite Slim-Floor Beam



- Voordelen:**
- Vrije overspanningen tot 14m mogelijk met een vloeropbouw van 40cm!**
 - Geïntegreerde brandweerstand tot R90 (R120)**
- Concrete Dowel



CoSFB – Zulassung

Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

Geschäftszeichen:

29.07.2014

I 31.1-1.26.4-8/10

Zulassungsnummer:

Z-26.4-59

Antragsteller:

ArcelorMittal Belval & Differdange S.A.

66, rue de Luxembourg
4009 ESCH-SUR-ALZETTE
LUXEMBURG

Geltungsdauer

vom: 29. Juli 2014

bis: 29. Juli 2019

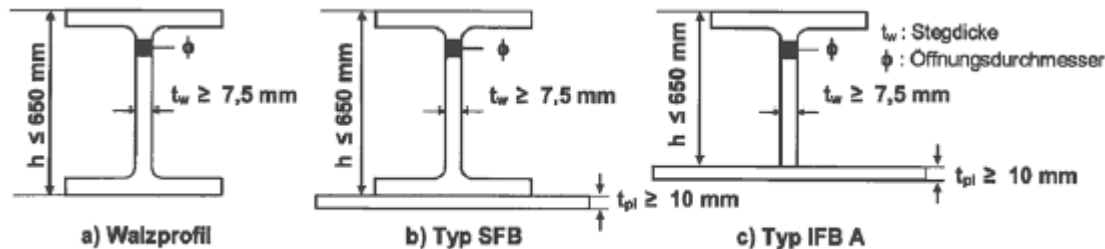


Bild 2 : Zulässige Querschnittsformen der Stahlträger

Inhoud:

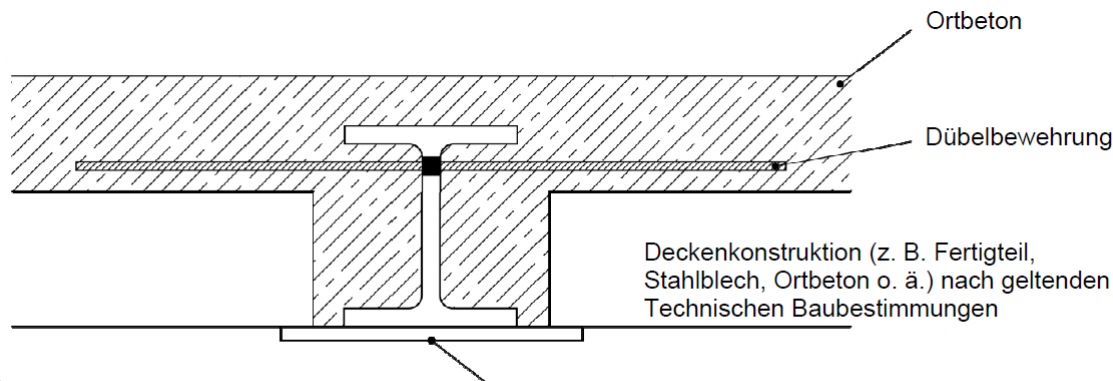
3.3.1 Bemessungswerte der Längsschubtragfähigkeit

Der charakteristische Wert der Längsschubtragfähigkeit je Ausnehmung P_{Rk} ergibt sich in Abhängigkeit der Betongüte und der Dicke des Stegs des Stahlträgers aus Tabelle 1.

Tabelle 1: Charakteristische Werte der Längsschubtragfähigkeit je Ausnehmung P_{Rk} in [kN]

Betongüte/ Stegdicke	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50 bis C55/67
$7,5\text{mm} \leq t_w < 15,5\text{ mm}$	117	125	135	122
$15,5\text{mm} \leq t_w$	148	157	166	122

Der Bemessungswert der Verbundtragfähigkeit P_{Rd} ist durch Division der charakteristischen Tragfähigkeit P_{Rk} mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_V = 1,25$ zu bestimmen.



Stahlträger Typ a, b oder c nach Bild 2
Bild 1: Prinzipskizze

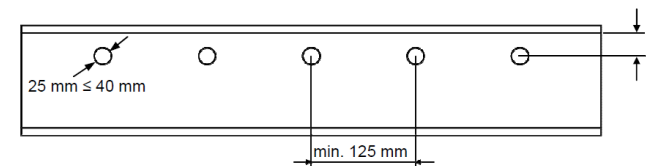
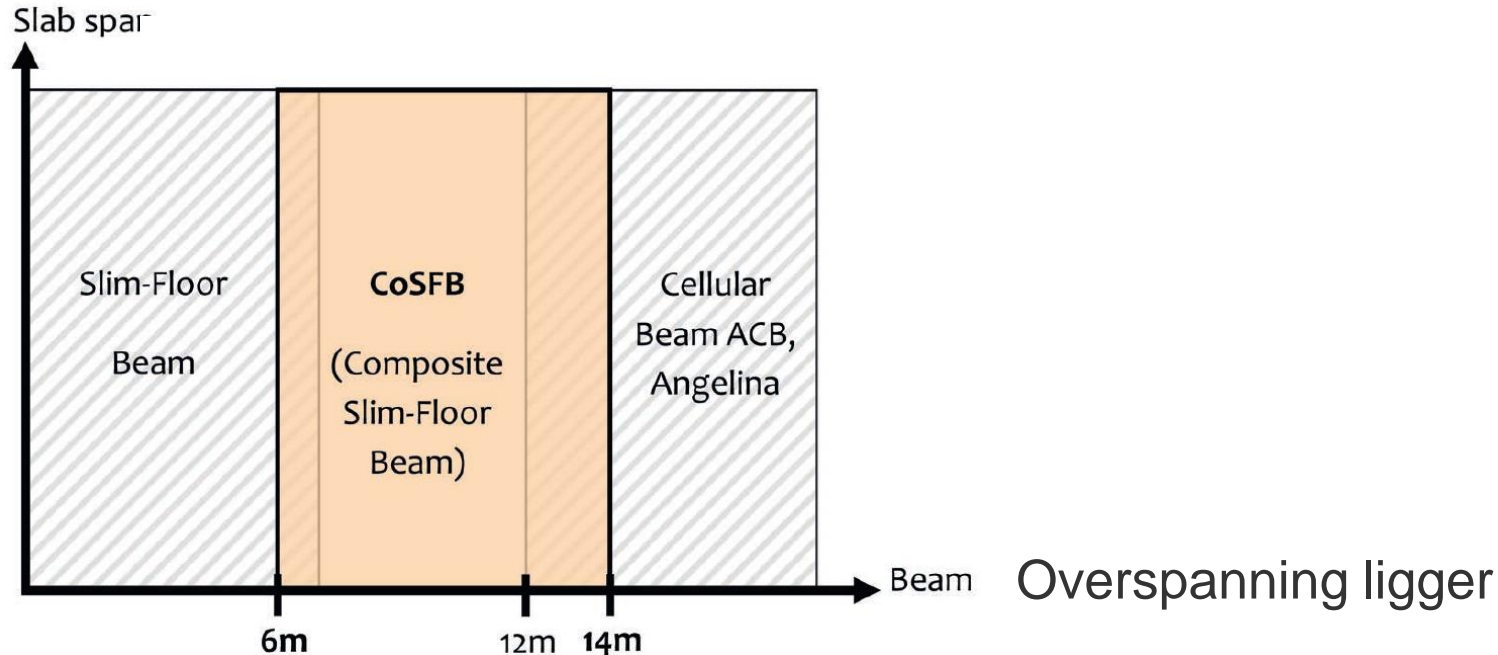


Bild 3: Position der Bohrungen am Stahlträger



CoSFB – Toepassingsgebied

Vloeroverspanning



Alle types van hoogbouw en meerverdiepingsbouw: kantoren, hotel, ziekenhuizen,...

Lengte CoSFB ligger:

$$6\text{m} \leq L_{\text{CoSFB}} \leq 14\text{m}$$

Afstand tussen de liggers:

$$4\text{m} \leq a_{\text{CoSFB}} \leq 10\text{m}$$



Rekenvoorbeeld – SFB (niet-gemengd)

Eigengewicht v/d vloer $g = 2.80 \text{ kN/m}^2$ ($h = 260\text{mm}$)

Nuttige belasting $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$

Afstand tussen de balken $a = 8.10 \text{ m}$

Overspanning v/d balken **$L = 7.00 \text{ m}$**

⇒ Sectie SFB: HE200M S355M + Plaat 400x20, S355

Hoogte van de sectie $h = 220\text{mm}$, gewicht = 165.8 kg/m ($\sim 20.5 \text{ kg/m}^2$)

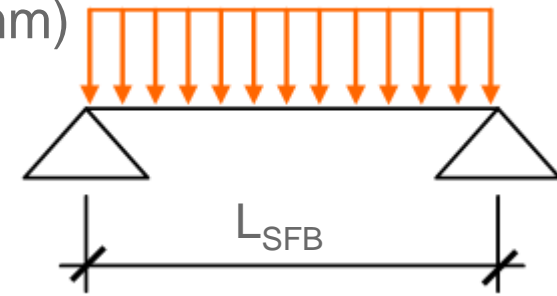
Plaat: $M_{Ed} = 229.64 \text{ kNcm/m}$

⇒ Dikte v/d gereduceerde plaat $t_{red} = 19.66 \text{ mm}$

'Vervangende' balk

⇒ Buigweerstand $M_{Rd,pl,réd} = 492.40 \text{ kNm}$ ($M_{Rd,el.} = 395.67 \text{ kNm}$)

⇒ $M_{Ed} = 467.53 \text{ kNm} < 492.40 \text{ kNm} = M_{Rd,pl,réd}$ ($M_{Ed} / M_{Rd} = 0.95$)



Rekenvoorbeeld – CoSFB

Eigengewicht v/d vloer $g = 2.80 \text{ kN/m}^2$

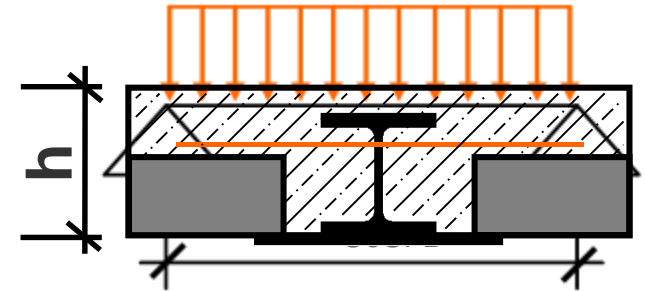
Nuttige belasting $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$

Afstand tussen de balken $a = 8.10 \text{ m}$

Overspanning v/d balken $L = 9.00 \text{ m}$ (met plaat 400×25 , $L = 10 \text{ m}$)

⇒ Sectie CoSFB: HE200M S355M + Tôle 400×20 , S355

⇒ Buigweerstand gemengde ligger $M_{Rd,pl,réd} = 1050 \text{ kNm}$



GGT – Vervorming en comfort en trillingen:

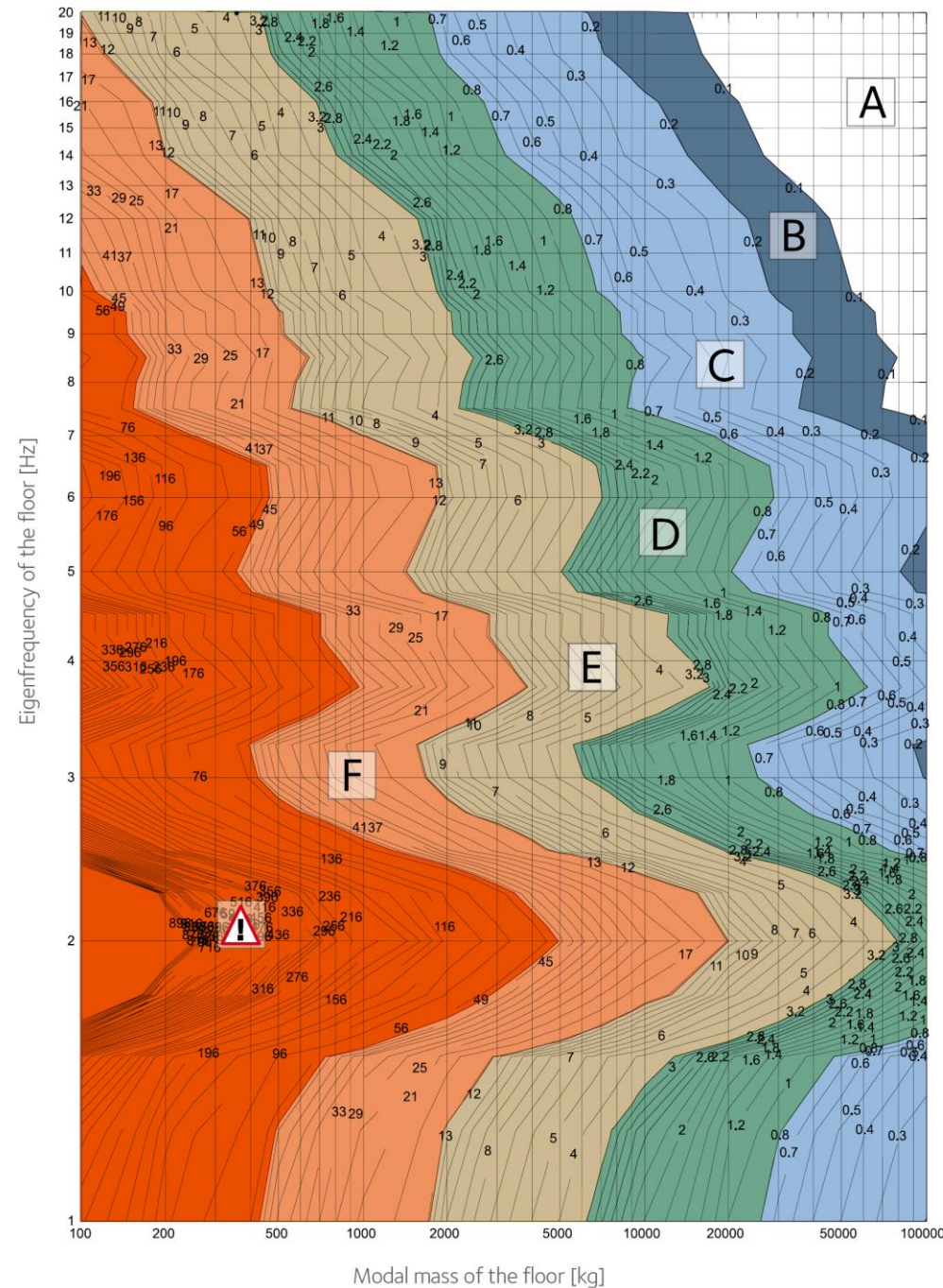
$I_{y,0,CoSFB} = 48600 \text{ cm}^4$, meewerkende breedte $b_{eff} = 2.25 \text{ m} = L/4$

Vervorming $\delta_{exploit.} = 2.37 \text{ cm} \approx L/380 < L/300$

Eigenfrequentie $f_0 = 3.35 \text{ Hz} > 2.60 \text{ Hz}$

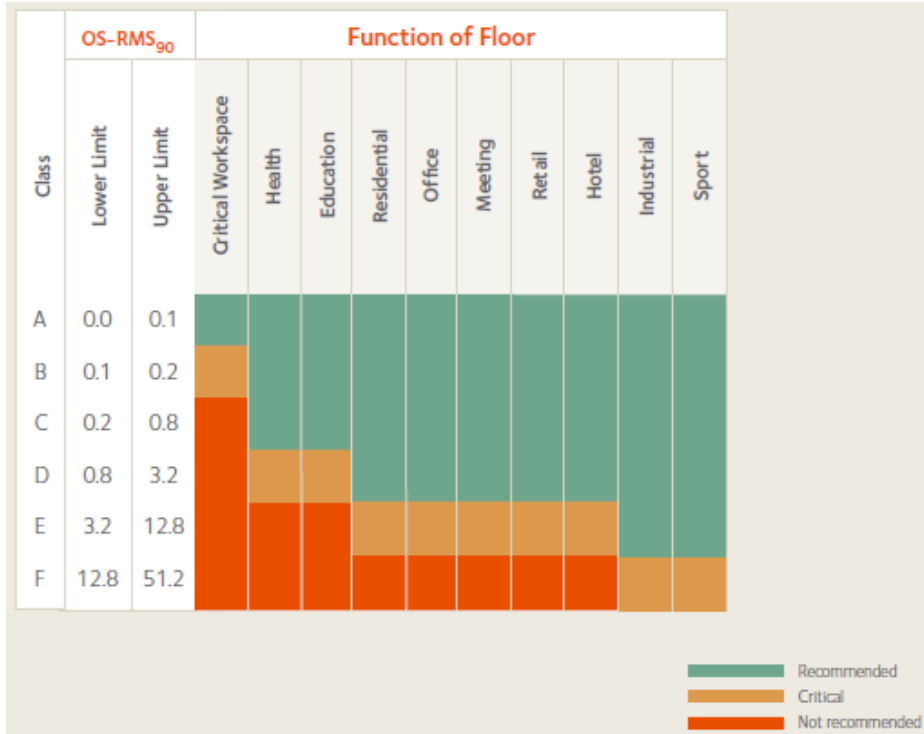
$OS-RMS_{g0} = 2.0 < 3.2 \Rightarrow$ klasse D (OK voor bureau toepassingen)

OS-RMS₉₀ referentiewaarde





Classificatie van de vloeren



ArcelorMittal Europe - Long Products
Sections and Merchant Bars



ArcelorMittal

Design Guide for Floor Vibrations



OS-RMS₉₀ referentiewaarde

Massa:

$$q_k = 8.1 \text{ m} \times (1.0 \times 2.8 + 0.2 \times 3.50) \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 28.35 \text{ kN/m}$$

$$\text{Massa} = 28.35 \text{ kN/m} \times 9 \text{ m} \times 1000/9.81$$

$$\text{Massa} = 26000 \text{ kg}$$

Vervorming Ligger / vloer:

$$(I_{y,0,CoSFB} = 48600 \text{ cm}^4)$$

$$\text{Vervorming } \delta_{CoSFB} = 2.8 \text{ cm}$$

$$\text{Vervorming } \delta_{vloer} = 1.0 \text{ cm}$$

$$\text{Vervorming } \delta_{tot} = 3.8 \text{ cm}$$

Eigenfrequentie:

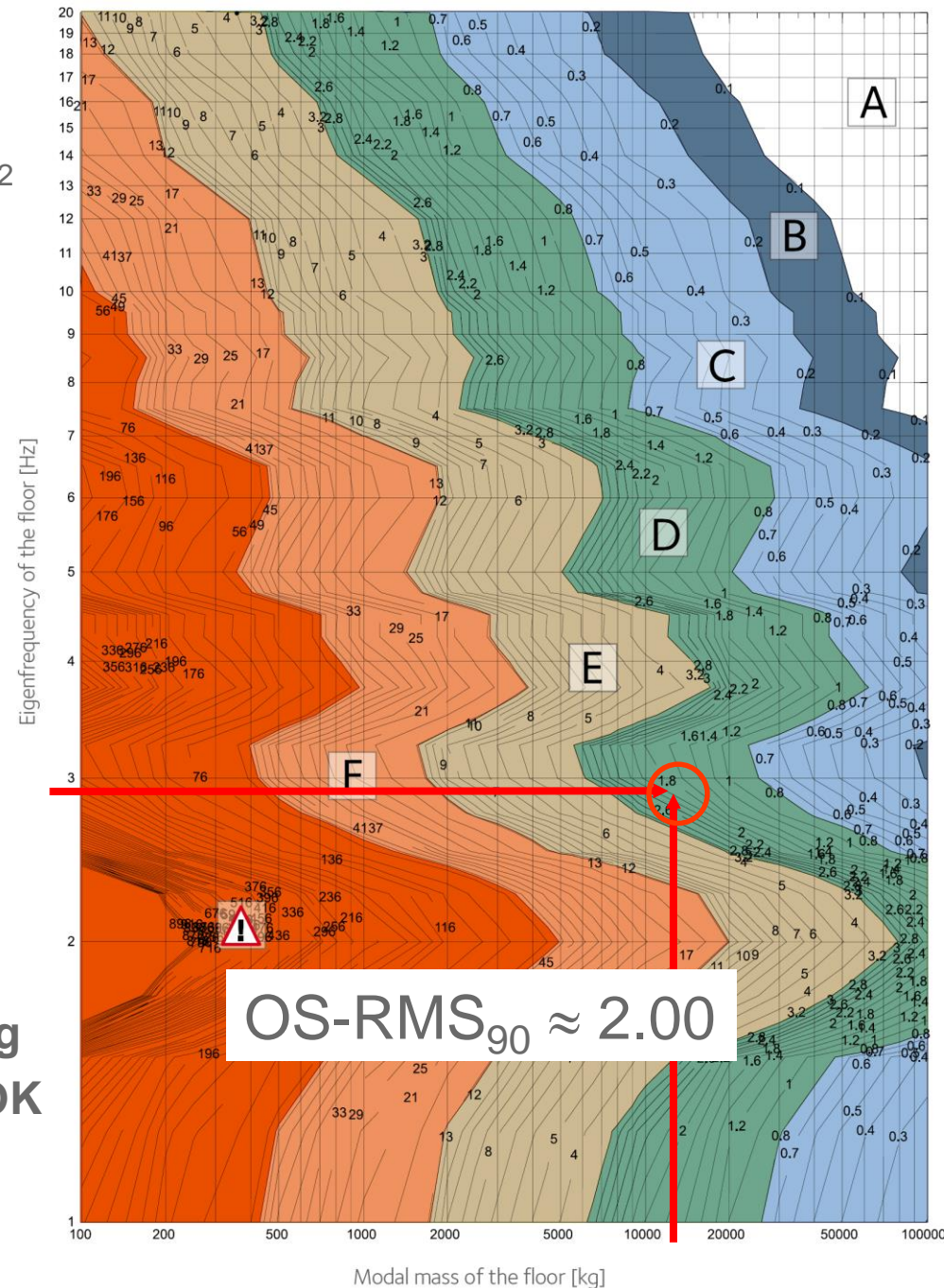
$$\text{Eigenfrequentie } f_0 = 18 / \sqrt{38 \text{ mm}}$$

$$\text{Eigenfrequentie } f_0 = 2.92 \text{ Hz}$$

Modale massa:

$$\text{Mod. massa} \approx 0.5 \times 26000 \text{ kg} = 13000 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow OS-RMS_{90} = 2.0 < 3.2 \Rightarrow \text{class D} \Rightarrow \text{OK}$$





Rekenvoorbeeld – CoSFB

Eigengewicht v/d vloer $g = 2.80 \text{ kN/m}^2$ ($h = 260\text{mm}$), $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$

Afstand tussen de balken $a = 8.10 \text{ m}$,

Overspanning v/d balken $L = 7.00 \text{ m}$

⇒ Sectie CoSFB: **HE200B S355M + Tôle 350x15, S355**

Hoogte v/d sectie $h = 200\text{mm}$, gewicht = 102.5 kg/m ($\sim 12.7 \text{ kg/m}^2$)

⇒ Reductie van het gewicht v/d sectie: $\sim 40\%$

⇒ Buigweerstand gemengde ligger $M_{\text{Rd,pl,réd}} = 650 \text{ kNm}$

Buigcontrole: $M_{\text{Ed}} / M_{\text{Rd,pl,réd}} = 0.71 < 1.00$

GGT – Vervorming en comfort en trillingen:

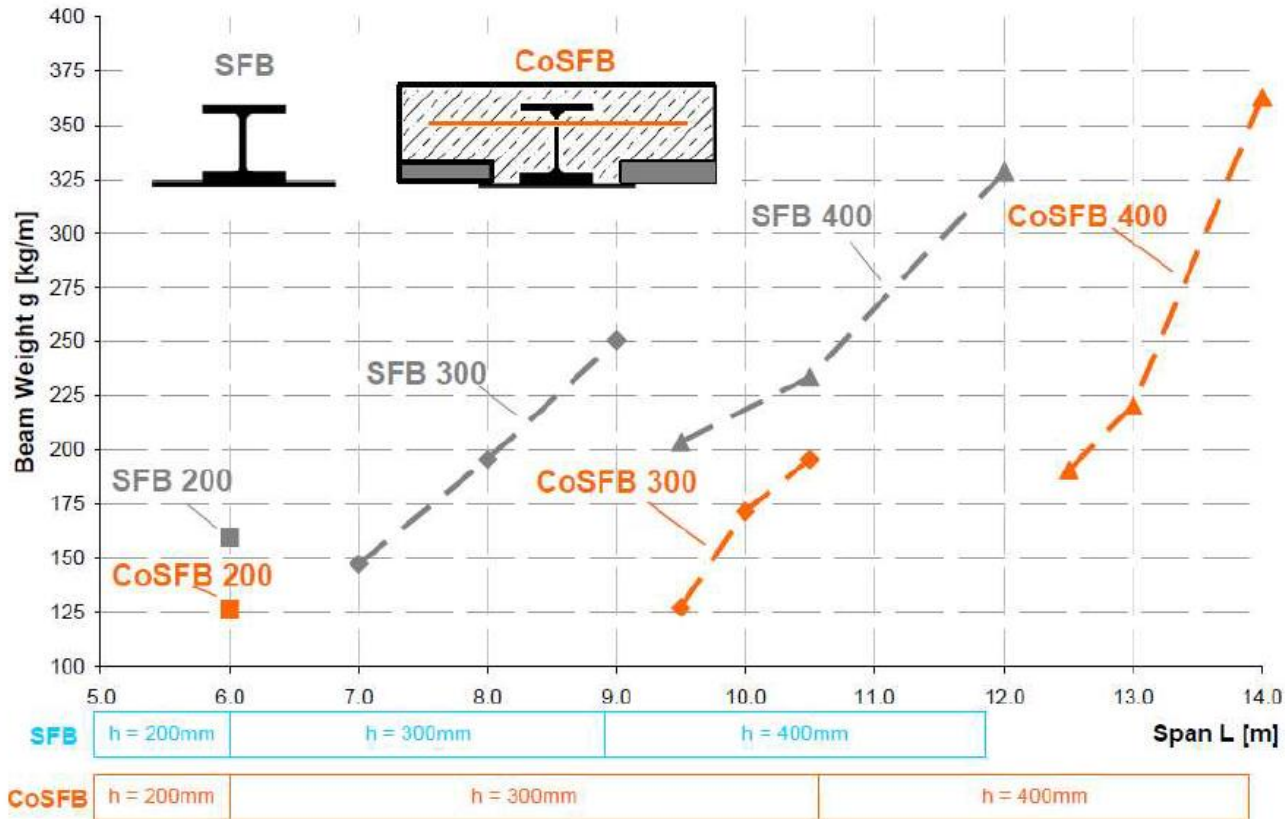
$I_{y,0,\text{CoSFB}} = 32400 \text{ cm}^4$, meewerkende breedte $b_{\text{eff}} = 1.75 \text{ m} = L/4$

Vervorming $\delta_{\text{exploit.}} = 1.30 \text{ cm} \approx L/537 < L/300$

Eigenfrequentie $f_0 = 4.61 \text{ Hz} > 2.60 \text{ Hz}$



SFB vs CoSFB



Gemiddelde besparing:

voor stalen ligger: +/- 35%

Voor vloer (staal + beton): **16%**

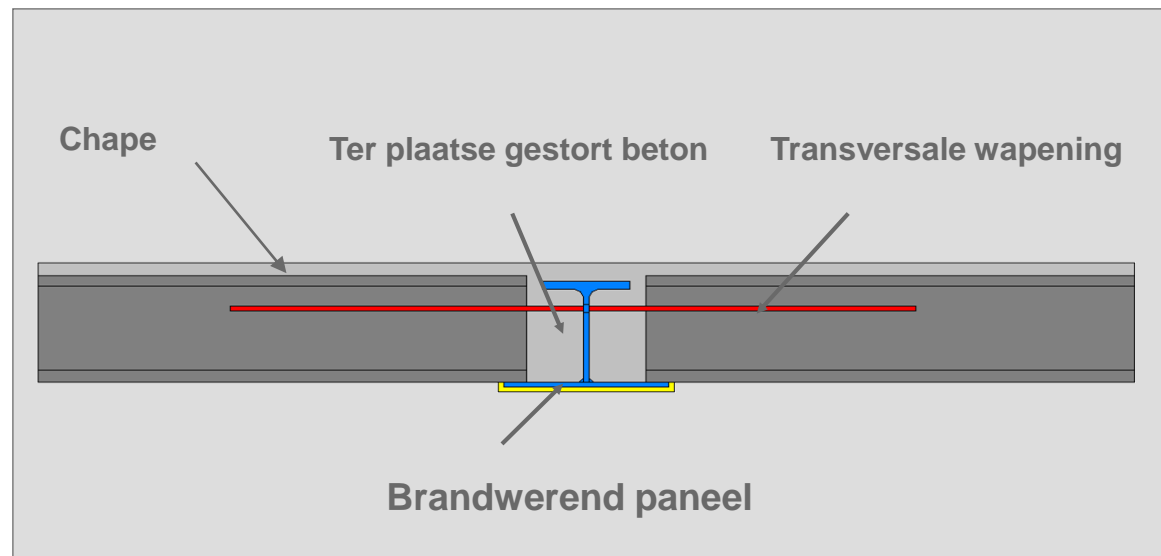


Brandweerstand van een IFB balk

- In principe bestaan er 2 methodologieën om de IFB-sectie te beschermen tegen brand:
 - Op conventionele wijze door de onderkant van de plaat te beschermen met brandwerende verf of uit te bekleden met brandwerende platen.
 - Op geïntegreerde wijze door het toevoegen van wapening in langs- en dwarsrichting

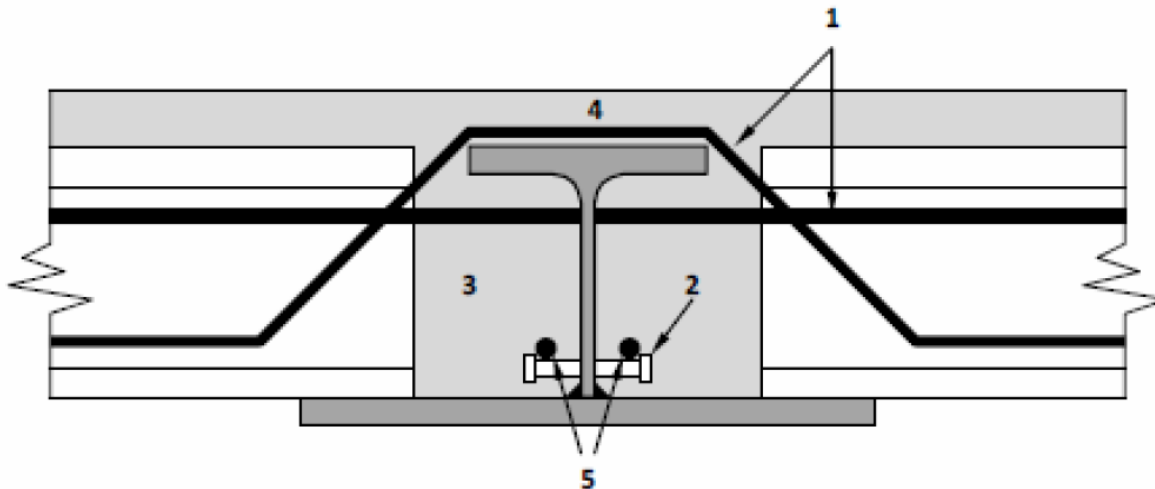
Op conventionele wijze – Voordeel IFB

- De stalen ligger is gezien zijn bouwwijze bijna volledig door beton beschermd.
- Enkel de onderste flens is blootgesteld en dient bijgevolg te worden beschermd. .
- Een gereduceerde massiviteitsfactor (waarde A/V) van de onderflens laat toe om een beperkte dikte van brandwerende verf toe te passen.



Brandweerstand op geïntegreerde wijze

- Er bestaat de mogelijkheid om langswapening toe te voegen doorheen gaten in de flens om op deze manier een gemengd gedrag te verkrijgen in geval van brand
 - In geval van brand wordt de onderflens niet in rekening gebracht bij de berekening van de weerstand.
- ⇒ De langswapening gaat de trekkrachten absorberen
- ⇒ De dwarswapening (in 'hoed'-vorm) zal de verschillende elementen van de vloer op zijn plaats houden tijdens de brand.



1. Dwarswapening
2. Deuvels
3. Ter plaatse gestort beton
4. Uitvul chape
5. Hoofdwapening



Rekenvoorbeeld – CoSFB

Permanente belasting $g = 5.80 \text{ kN/m}^2$

Nuttige belasting $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$

Afstand tussen de balken $a = 8.10 \text{ m}$

Overspanning v/d balken **$L = 11.00 \text{ m}$**

Sectie CoSFB: HE320A S355M + Plaat 500x25, S355, $h = 35 \text{ cm}$

UGT – Buigweerstand (van de gemengde ligger):

\Rightarrow Buigweerstand van de gemengde ligger $M_{Rd,pl,réd} = 1750 \text{ kNm}$

$\Rightarrow M_{Ed} = 1671 \text{ kNm} < 1750 \text{ kNm} = M_{Rd,pl,réd}$

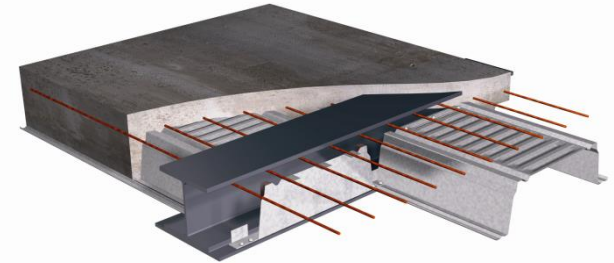
GGT – Vervorming en comfort en trillingen:

$I_{y,0,CoSFB} = 127000 \text{ cm}^4$, meewerkende breedte $b_{eff} = 2.75 \text{ m} = L/4$

Vervorming $\delta_{exploit.} = 2.02 \text{ cm} \approx L/544 < L/300$

Eigenfrequentie $f_0 = 2.81 \text{ Hz} > 2.60 \text{ Hz}$

$OS-RMS_{g_0} = 2.80 < 3.20 \Rightarrow$ klasse D (OK voor bureau toepassingen)



Cofraplus 220

Brandweerstand - belastingscombinaties



ArcelorMittal

Belastingscombinaties (EN 1990: 2001):

- UGT (normale temperatuur):

$$1.35 \times G + 1.50 \times Q$$

$$\Rightarrow M_{Ed} = 1671 \text{ kNm} < 1750 \text{ kNm} = M_{Rd,pl,réd}$$

- Brand :

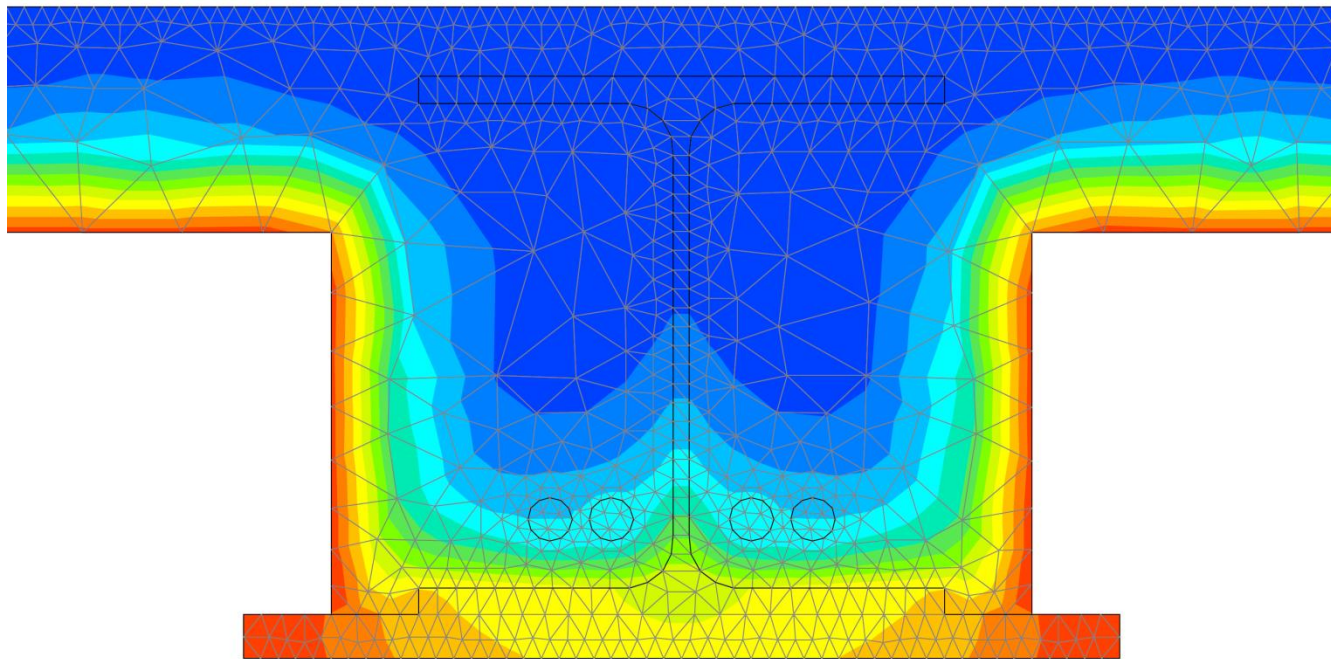
$$1.00 \times G + 0.50 \times Q \text{ (Bureaux)}$$

$$\Rightarrow M_{Ed,fi} = 975.5 \text{ kNm} < M_{Rd,pl,fi} = ?$$

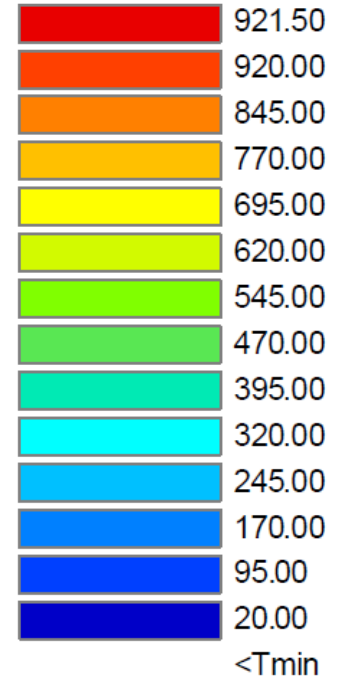


Brandweerstand – Brand bij R60?

Temperatuur na 60min ISO- brandcurve:



TIME: 3600 sec



Temperaturen berekend met Safir

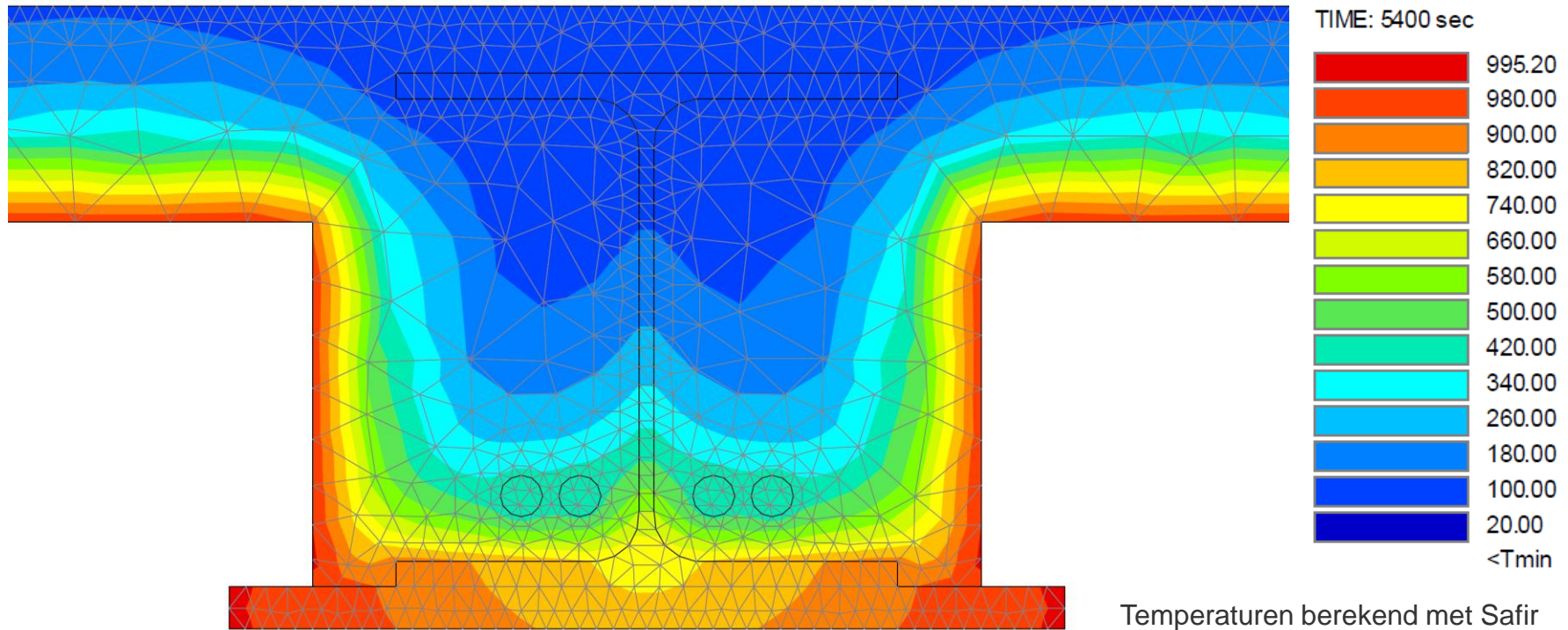
$$M_{Ed,fi} = 975.5 \text{ kNm} < M_{Rd,pl,fi,60} \sim 980 \text{ kNm}$$

\Rightarrow R60 (met 4 \varnothing 25mm) \checkmark



Brandweerstand – Brand bij R90?

Temperatuur na 90min ISO-brandcurve:



$$M_{Ed,fi} = 975.5 \text{ kNm} > M_{Rd,pl,fi,90}$$

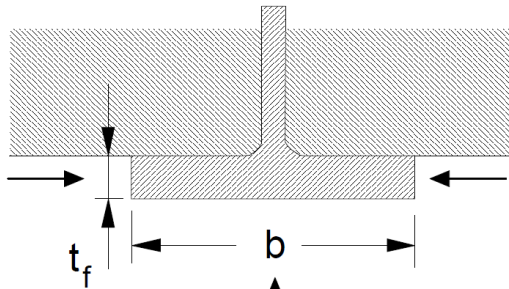
⇒ Om een garantie classificatie R90 te krijgen ⇒ bijkomende bescherming noodzakelijk met brandwerende verf.



Brandweerstand – Brand bij R90?

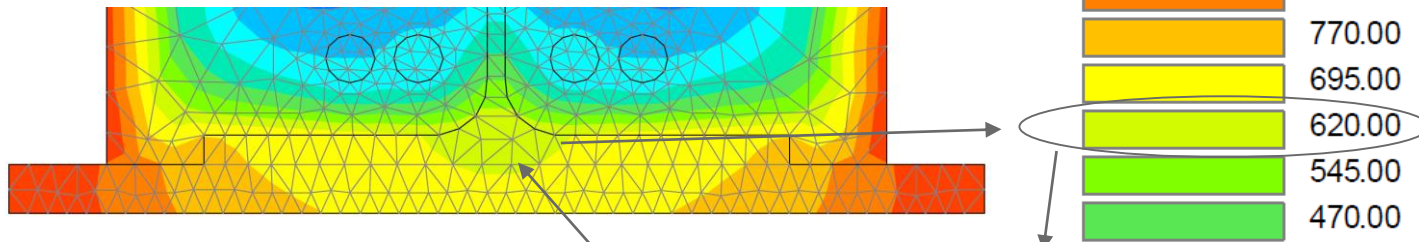
Hoe bepalen we de dikte van de brandwerende verf?

⇒ Factor A_m/V (volgens Tabel 4.2 v/d EN1993-1-2:2005)



$$A_m/V = (b + 2 \times t_f) / (b \times t_f) = 0.65\text{m} / 0.0125\text{m}^2$$
$$A_m/V = 52.0\text{m}^{-1}$$

⇒ Kritische temperatuur (volgens berekening)



“safe sided” ⇒ 620° C



Brandweerstand – Brand bij R90?

Technische fiche v/h product: Sika® Unitherm® 38091: WF No. 162163/A

⇒ Factor $A_m/V = 52m^{-1}$; $T_{crit.} = 620^\circ C$

⇒ Tabel voor kritische temperatuur van $600^\circ C$

60 minutes		90 minutes		120 minutes	
Section Factor m^{-1}	Coating Thickness mm	Section Factor m^{-1}	Coating Thickness mm	Section Factor m^{-1}	Coating Thickness mm
257	1.10	131	1.80	104	2.20
162	1.00	113	1.65	91	2.00
149	0.95	98	1.50	78	1.80
137	0.90	87	1.40	64	1.60
124	0.85	77	1.30	51	1.40
112	0.80	73	1.20	38	1.20
99	0.75	69	1.10	32	1.10
92	0.70	65	1.00	up to 25	1.00
86	0.65	61	0.90		
79	0.60	57	0.80		
72	0.55	53	0.70		
67	0.50	49	0.60		
62	0.45	up to 47	0.55		
57	0.40				
52	0.35				
47	0.30				
up to 42	0.25				

⇒ dikte_{min} = **0.70mm** om brandklasse R90 te garanderen!

⇒ Merk op: altijd in overleg met uw leverancier voor brandwerende verf.



CoSFB - SAMENGEVAT

CoSFB zorgt voor performant systeem:

- ⇒ Alle voordelen van een slim-floor systeem blijven behouden
- ⇒ Verhoging van de inertie, weerstand en de stijfheid door activeren van het beton (gemengde constructie)
- ⇒ Grotere overspanningen in combinatie met een dunne constructie opbouw
- ⇒ Duurzame constructie door optimalisatie van het materiaal gebruik

ULTIEME VOORDEEL:

GEÏNTEGREERDE BRANDWEERSTAND !

Zonder bijkomende bescherming kan R90 (R120) gehaald worden!



ArcelorMittal

CoSFB toepassing – Maizières les Metz, Frankrijk





ArcelorMittal

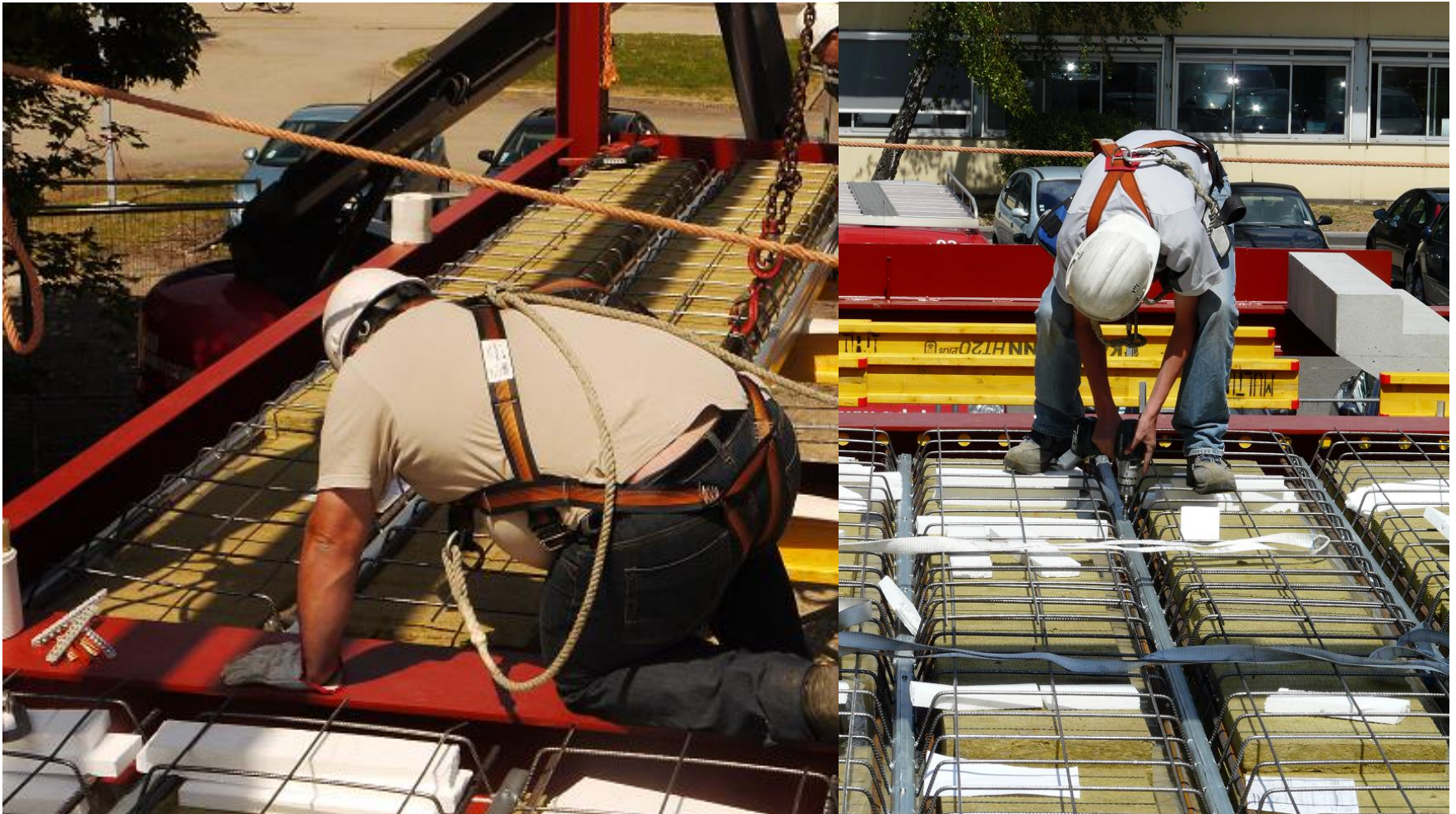
CoSFB toepassing – Maizières les Metz, Frankrijk





ArcelorMittal

CoSFB toepassing – Maizières les Metz, Frankrijk





ArcelorMittal

CoSFB toepassing – Maizières les Metz, Frankrijk



CoSFB – Referentie projecten



Collège de Gignac, F



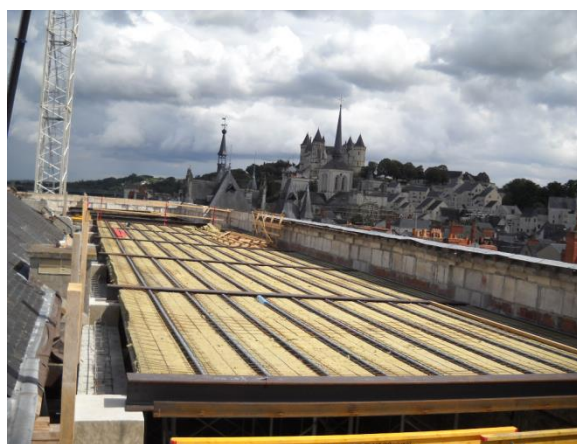
Plein ciel - St. Nazaire, F



Hoche - Nimes, F



Lycée Galiéni - Toulouse, F



Grand Théâtre - Saumur, F



Musée Maritime – La Rochelle, F



ArcelorMittal



ArcelorMittal

**WORDT UW PROJECT HET
VOLGENDE?**

**BEZOEK ALVAST ONZE STAND EN
BEKIJK ONZE MAQUETTE, AARZEL
NIET OM BIJKOMENDE INFORMATIE TE
VRAGEN...**