

**Zebranie KB PAN  
Kraków, 16.11.2015**

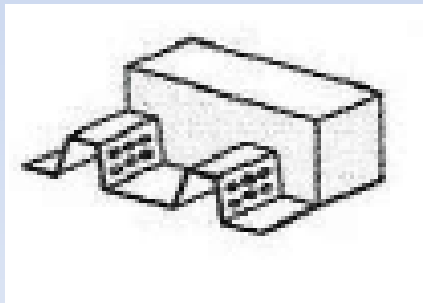
# **Stropy zespolone stalowo-betonowe**

**Leopold Sokół**  
**Dr inż., Prof. CHEM Paris**  
**SOKOL Consultants**

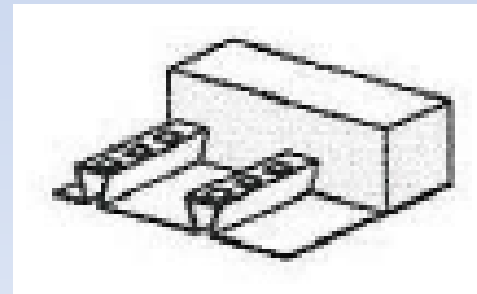
# Wstęp

## Nazewnictwo, zdefiniowanie podstawowych pojęć

- Płyty zespolone stalowo-betonowe => płyty zespolone;
- blachy stalowe fałdowe => blachy
- Fazy realizacji stropów zespolonych:
  - Faza montażu
  - Faza zespolenia
- Typy przekrojów blach:

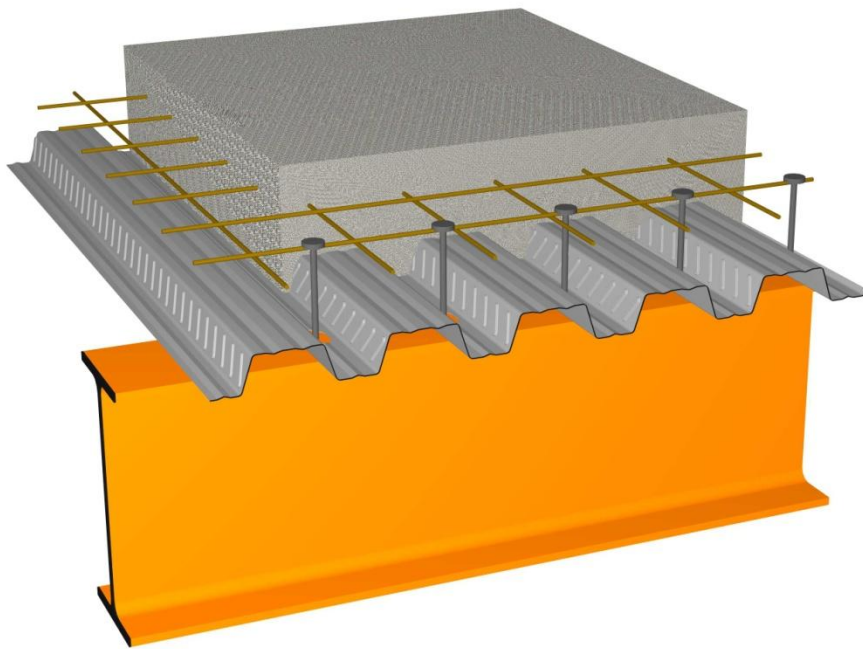


otwarty



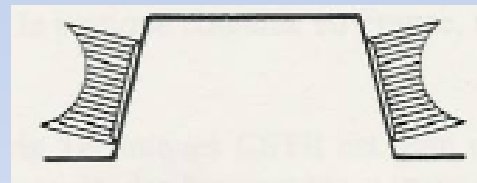
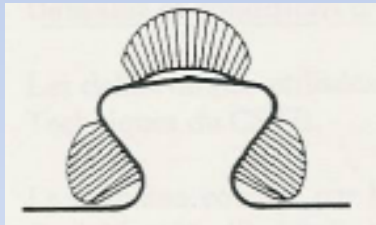
zamknięty

# Przykład: płyta zespolona Cofraplus 60



# Czynniki współpracy blachy z betonem

- Mechaniczna interakcja między blachą i betonem
- Tarcie między blachą i betonem



Naprężenia w płaszczyźnie styku betonu ze współpracującą blachą spowodowane poślizgiem blachy

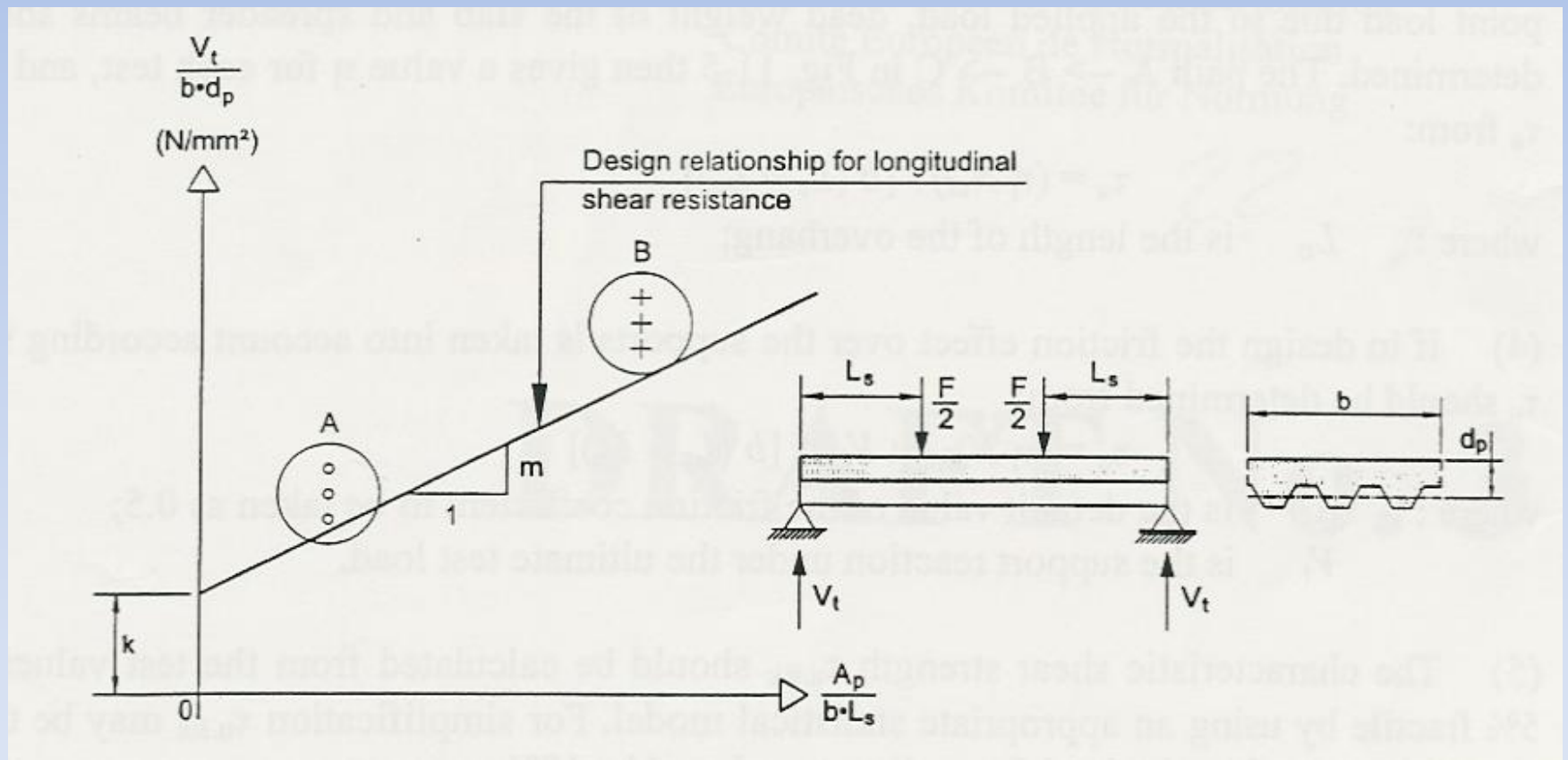
# Kryteria wytrzymałości

## a) Na zimno

- moment dodatni ( w przęsłach)
- moment ujemny (nad podporami)
- ścinanie pionowe przy podporach
- ścinanie podłużne (rozwarstwienie) między blachą i betonem:
  - . metoda « m-k » empiryczna
  - . metoda zespolenia częściowego «  $\tau$  » semi-empiryczna
- przebicie pod obciążeniem punktowym

# Interpretacja badań według metody « m-k »

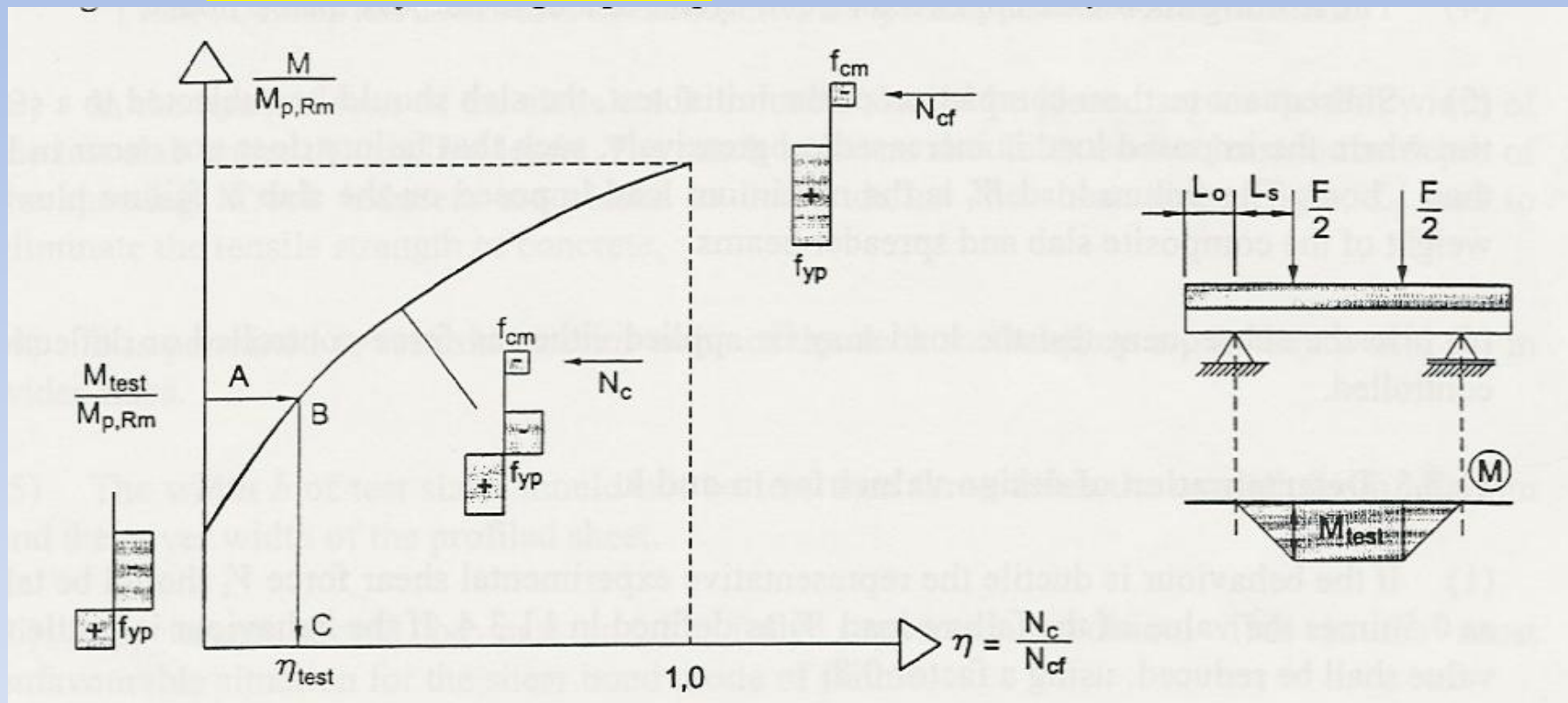
$$\tau_{1,Ed} = \frac{V_{1,Rd}}{b d_p} \leq \tau_{1,Rd} = \left( \frac{m A_p}{b L_s} + k \right) \frac{1}{\gamma_{Vs}}$$



# Interpretacja badań według metody « $\tau$ »

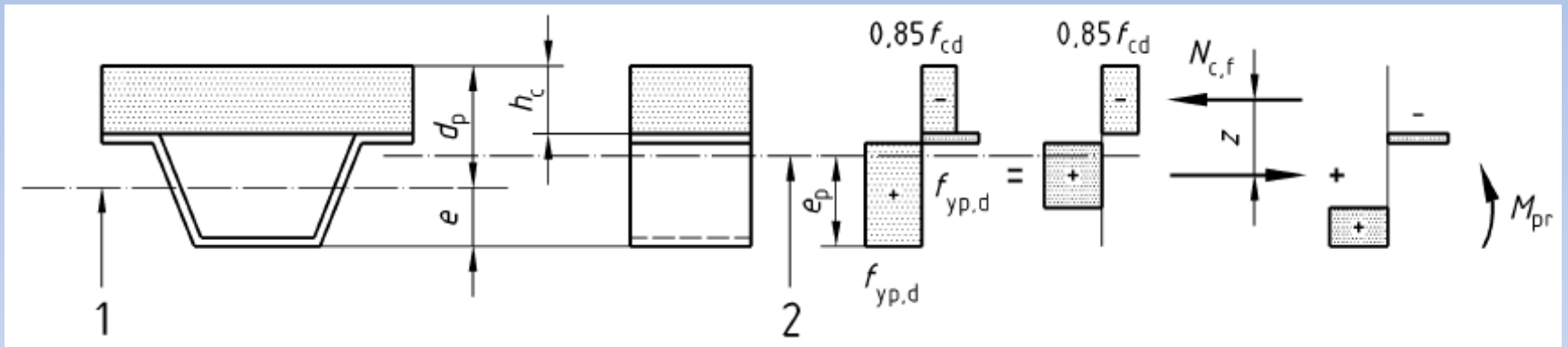
$$\tau_{u,Ed} = \frac{N_c}{bL_x} \leq \tau_{u,Rd}$$

$$N_c = N_{cf} * \eta$$



Warunek niezbędny: **charakter plastyczny zniszczenia**

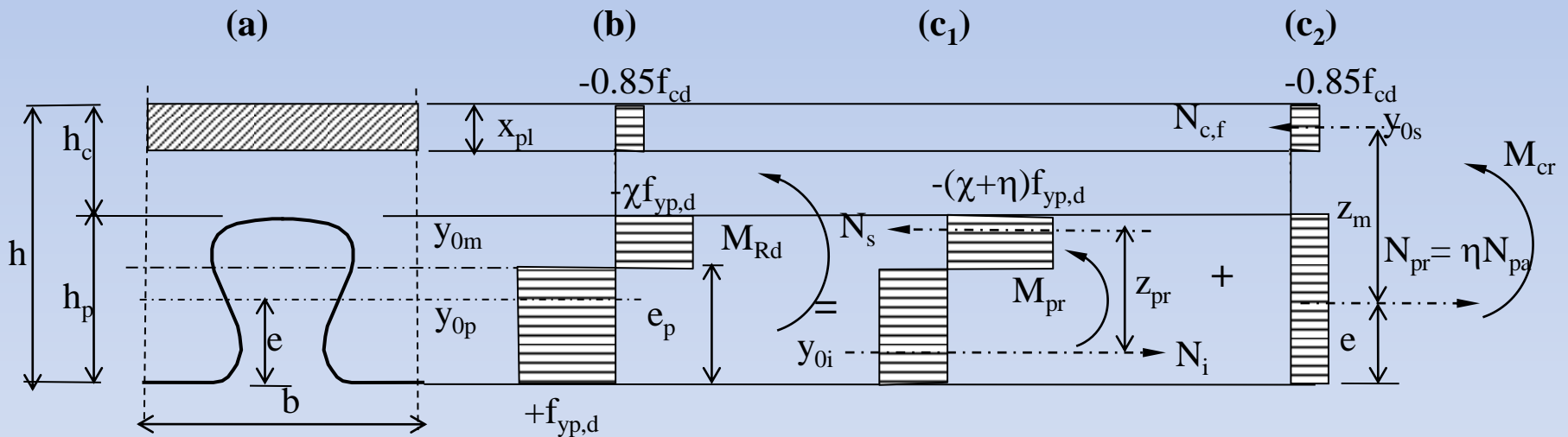
# Model zachowania płyty zespolonej w stanie granicznym w/g Eurokodu 4-1-1



$$M_{Rd} = N_{pa} \left\{ \eta \left( h - \frac{\eta N_{pa}}{2 * 0.85 b f_{cd}} - e_p + (e_p - e) \eta \right) + \frac{z_{pa}}{2} * \text{Min}[1.25(1 - \eta), 1] \right\}$$

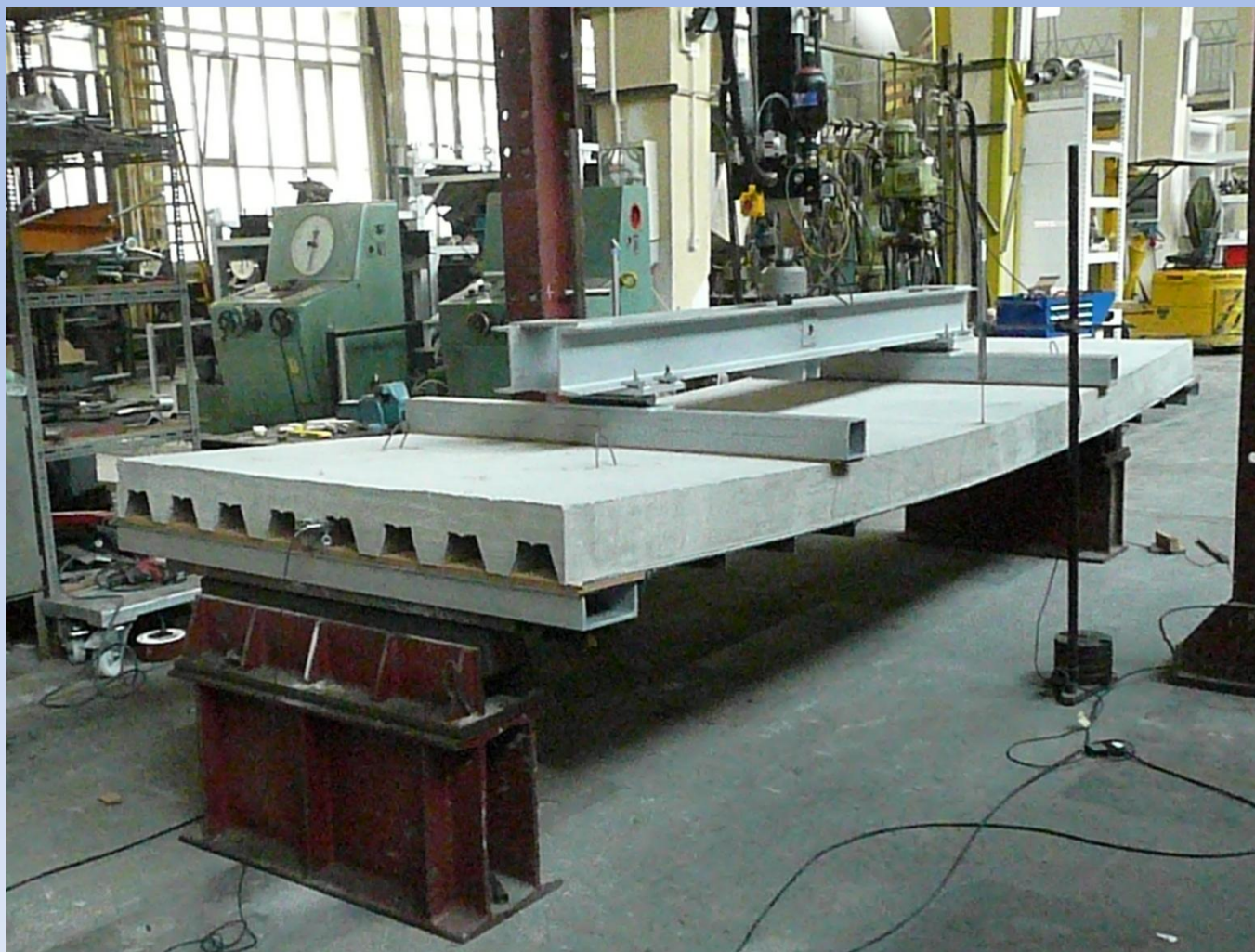


Ulepszony model zachowania płyty zespolonej w stanie granicznym zaproponowany w projekcie poprawki («amedment») zgłoszonej przez Francję do WG EN 1994-1-1 ([3,4,5])



$$M_{Rd} = N_{pa} \left[ \eta \left( h - \frac{\eta N_{pa}}{2 * 0.85 b f_{cd}} - e \right) + \frac{(1 - \eta)(\chi + \eta)}{1 + \chi} z_{pr} \right]$$

# Badania stropu COFRAPLUS 60 w ITB



# Badania stropu COFRASTRA 70 Arcelor Mittal w CSTB w Paryżu



# Pomiar przesuwu blachy na podporze

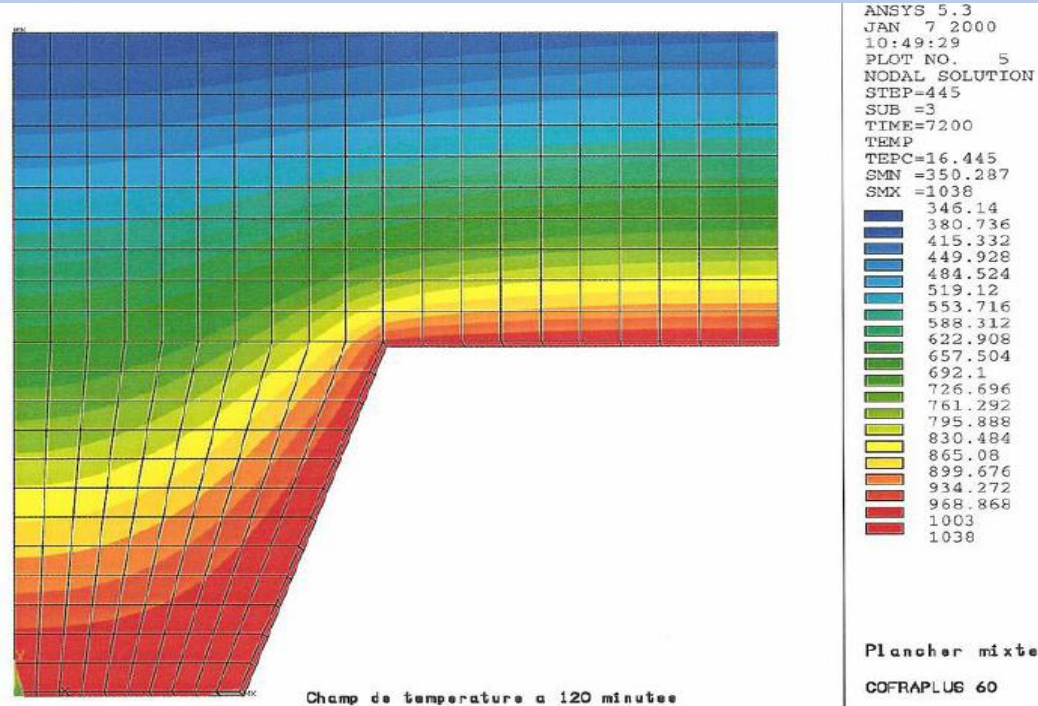
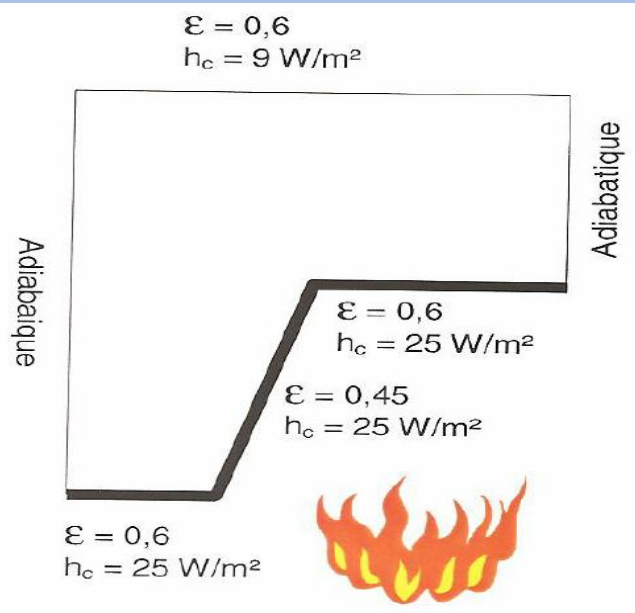


## **b) W warunkach pożarowych**

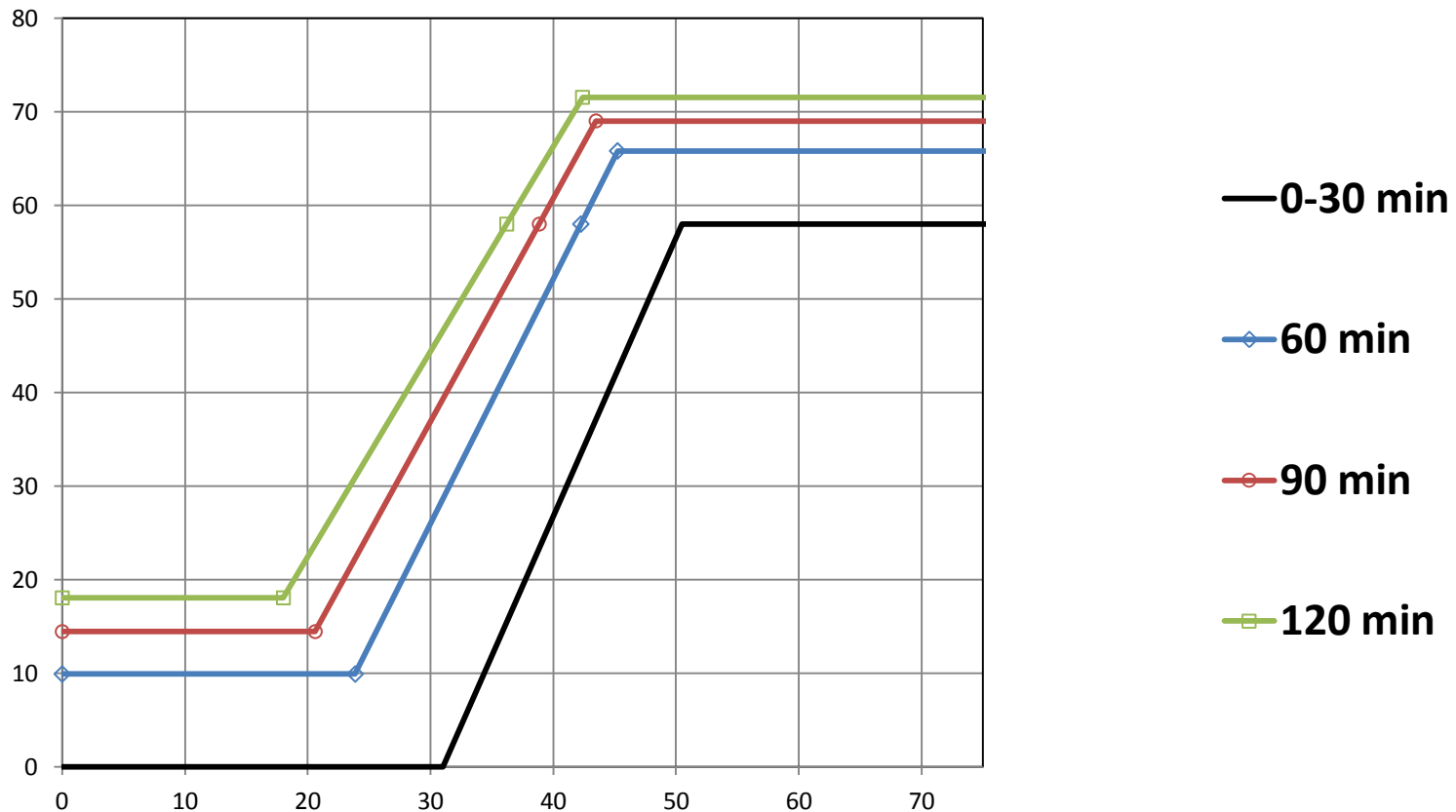
- szczelność (kryterium « E »): jest zachowana do momentu utraty nośności ogniowej
  - izolacja termiczna (kryterium « I »)
  - nośność ogniowa (kryterium « R »):
    - . na moment dodatni, z uwzględnieniem osłabienia zbrojenia przy podwyższonej temperaturze
    - . na moment ujemny, z uwzględnieniem osłabienia wytrzymałości betonu przy podwyższonej temperaturze
- żebra zastępcze)

**Wszystkie powyższe kryteria mogą być sprawdzone teoretycznie w/g EN 1994-1-2**

# Sprawdzenie pola temperatur programem ANSYS w stropie zespolonym Cofraplus 60



# Żebro zastępcze w zależności od czasu pożaru, obliczenia w/g EN 1994-1-2 dla Aprobaty Technicznej PZITB



# Badania ogniowe w laboratorium CTICM w Maizières- lès-Metz





# Badanie stropu COFRASTRA 40 w Centralnym Ośrodku badań Straży Pożarnej w Vernon pod Paryżem:



# Strop zespolony w trakcie wylewania betonu w nowo wznoszonym budynku na La Défense w Paryżu.



# Zróżdła bibliograficzne

- [1] PN-EN 1994-1-1:2008 - Eurokod 4. Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [2] PN-EN 1994-1-2: 2005 - Eurokod 4. Projektowanie konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie na warunki pożarowe
- [3] Palisson A., Sokol L. - *Résistance plastique des dalles mixtes en connexion partielle*, Construction Métallique N° 2-2011, CTICM
- [4] Palisson A., Sokół L. - *Nośność płyt zespolonych stalowo-betonowych w stanie plastycznym*, IX Konferencja Naukowa Konstrukcje Zespolone Zielona Góra, 29-30 Czerwca 2011
- [5] Palisson A., Sokol L. - *Plastic resistance of composite slabs in partial shear connection*, 13<sup>th</sup> Nordic Steel Construction Conference, 23-25 September 2015, Tampere, Finland

*Dziękuję za uwagę*