



**FAKULTA  
STAVEBNÍ  
ČVUT V PRAZE**

**KONFERENCE PRO MLADÉ VĚDCE A  
DOKTORANDY II,  
NA TÉMA: POHYB**

# **POHYB**

**Rizika spjatá s kolapsem a pádem  
skleněných stavebních prvků**

**Ing. Ondřej Franek**

**Praha, 31.10.2019**



# Sklo v pohybu - rizika

- Ohrožení zdraví a života osob
- Škody na majetku
- Neplnění požadované funkce navržené stavby



Melbourne, Austrálie, 2017 [1]



Sydney, Austrálie, 2017 [2]



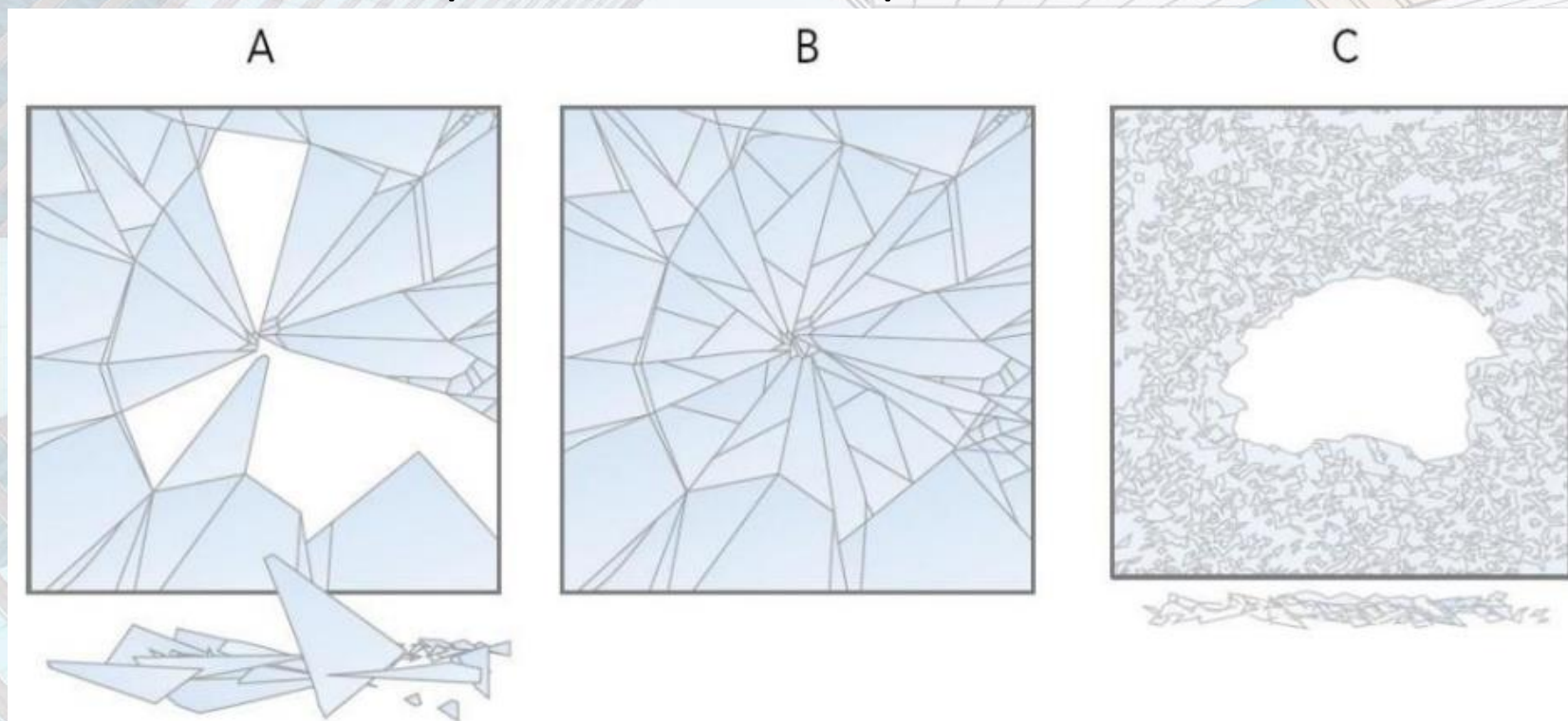
# Rozdělení skel

- Ve stavebnictví nejčastěji
  - Plavené (float) ČSN EN 572-1
  - Vrstvené bezpečnostní sklo (VSG) ČSN EN ISO 12543
  - Tepelně tvrzené bezpečnostní sklo (HST) ČSN 12150-1, ČSN EN 14179-1
  - Jiné (TVG, hlinitokřemičité, borokřemičité)

Druh skla	Způsob výroby	fb,k [Mpa]
<b>Tepelně tvrzené bezpečnostní sklo, prohřívané tepelně tvrzené bezpečnostní sklo</b>	Plavené sklo nebo ploché tažené sklo	<b>120</b>
<b>Tepelně zpevněné sklo</b>	Plavené sklo nebo ploché tažené sklo	<b>70</b>
<b>Chemicky zpevněné sklo</b>	Plavené sklo nebo ploché tažené sklo	<b>150</b>
<b>Tepelně tvrzené borokřemičité bezpečnostní sklo</b>	Borokřemičité sklo	<b>120</b>
<b>Chlazené plavené sklo</b>	bez tepelné úpravy	<b>45</b>

# Rozdělení skel – charakter lomu

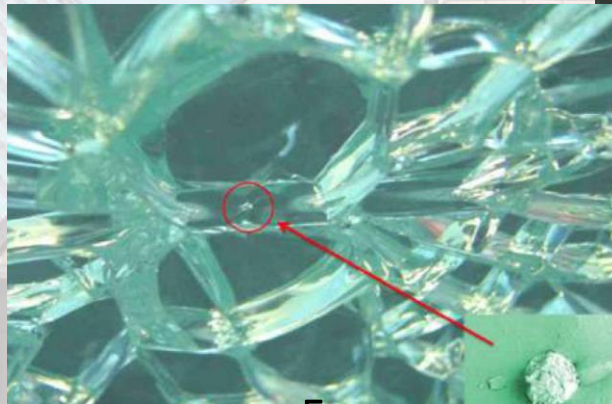
- A Plavené (float)
- B Vrstvené bezpečnostní sklo (VSG)
- C Tepelně tvrzené bezpečnostní sklo





# Důvody kolapsu a pádu skel

- Kolaps z důvodu vnějšího namáhání (float, VSG, ESG)
  - Silový impuls
  - Dynamický impuls
  - Zatížení klimatem (především tepelný šok)
- Kolaps z důvodu vnitřního namáhání (VSG<sup>(1)</sup>, ESG)
  - Inkluze sulfidu nikelnatého
  - Poškození hran a nerovnoměrné pnutí



<sup>(1)</sup> Platí pro VSG z ESG



# Následky kolapsu a pádu

- Float – ostré šavlovité střepy
- VSG – v případě proříznutí fólie padá celá tabule <sup>(2)</sup>
- ESG HST – malé „bezpečné“ úlomky mohou být docela velké



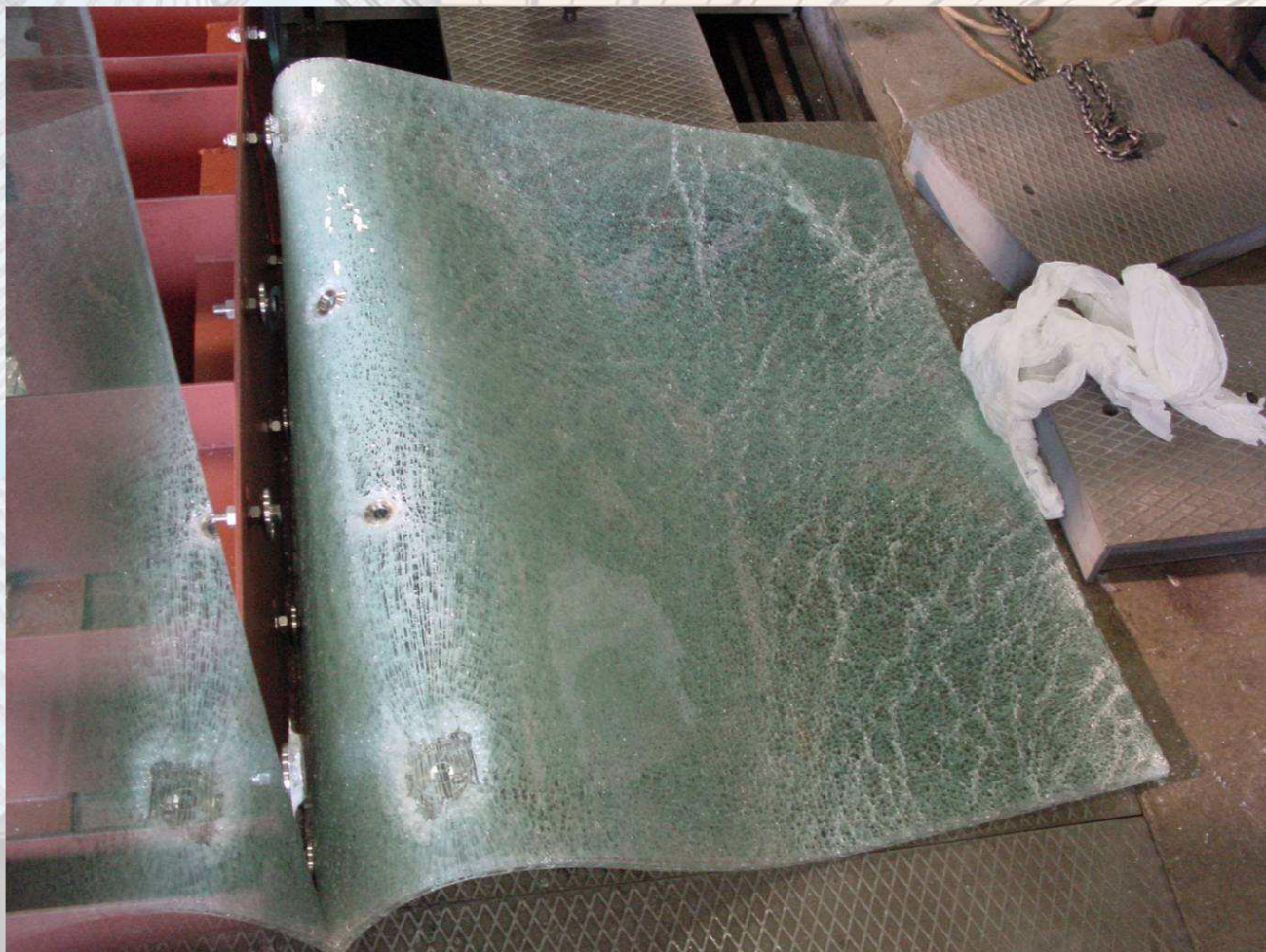
<sup>(2)</sup> Především terčové uložení





# Vrstvené bezpečnostní sklo

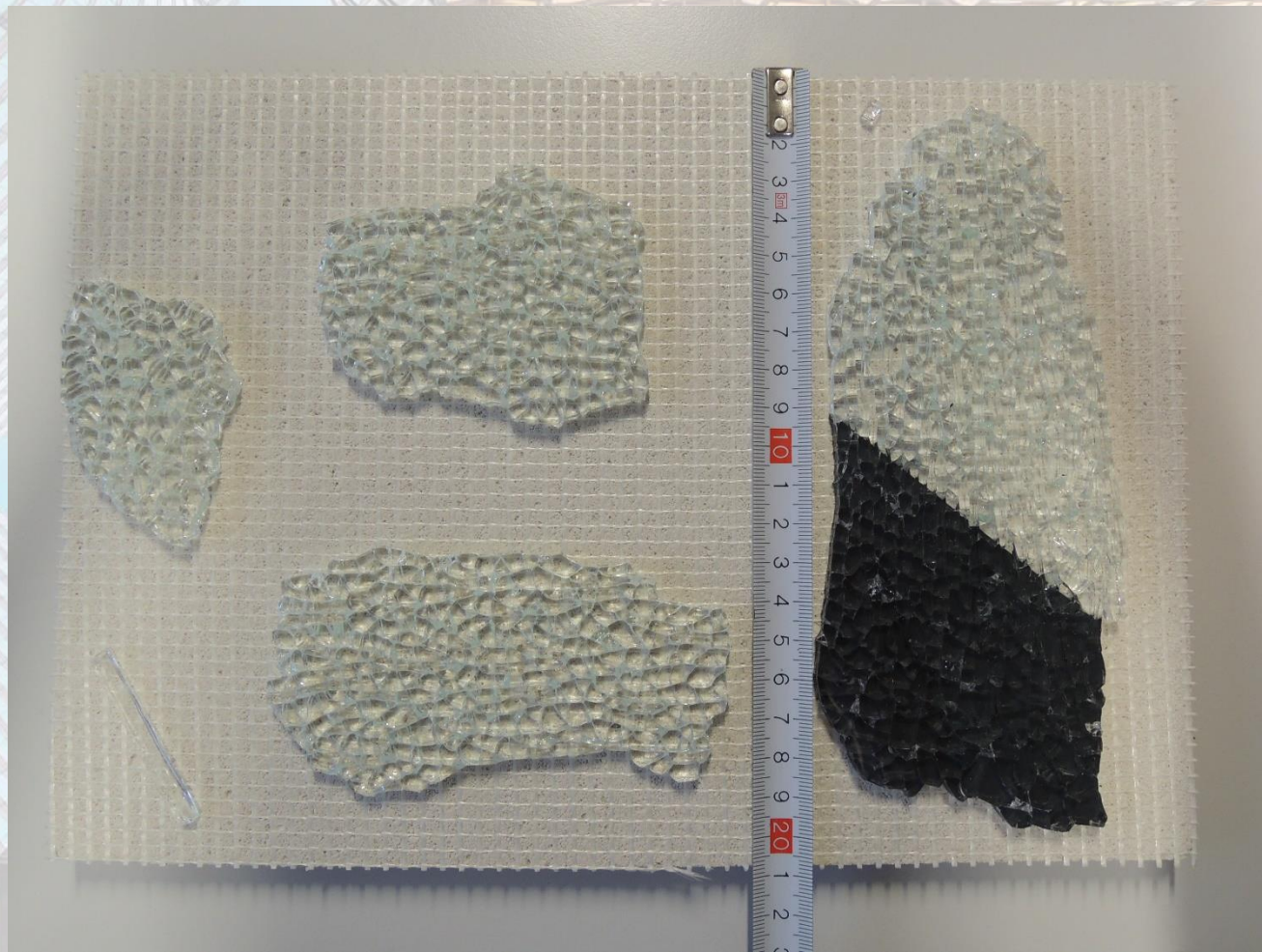
- VSG ESG  
zábradlí  
váha 20 kg  
proříznutá fólie
- Rizika přímo  
souvisí s výškou  
pádu





# Tepelně tvrzené bezpečnostní sklo

- ESG  
zábradlí  
váha větších  
úlomků mezi  
160 – 180 g  
okamžitý pád  
bez varování
- Rizika přímo  
souvisí s výškou  
pádu





# Nedostatky návrhu z hlediska bezpečnosti

- Nevhodné koncepční řešení
  - Sklo vs. tradiční materiály nad místy s velkým výskytem a pohybem osob
- Nevhodně navržené materiálové řešení
  - Float / VSG / ESG / tradiční materiály
- Nevhodně navržené uložení skla
  - Liniové lepené (1 – 4 stranné), terčové (počet a velikost)
- Absence statického posouzení
- Absence bezpečnostního posouzení
  - Vliv kolapsu prvku na okolí – sklo nevaruje před kolapsem



# Požadavky předpisů

- Vyhl. č. 268/2009 Sb. (§8) a PSP 2018 (§40)
  - Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná pro určené využití a aby současně splnila základní požadavky, kterými jsou:
    - a) mechanická odolnost a stabilita**
  - Stavba musí být navržena a provedena tak, aby účinky zatížení a nepříznivé vlivy prostředí, včetně technické seismicity, kterým je vystavena během výstavby a užívání při řádně prováděné běžné údržbě, nemohly způsobit:
    - a) náhlé nebo postupné zřícení, popřípadě jiné destruktivní poškození kterékoliv části stavby nebo přilehlé stavby**
- Eurokódy



# Nesoulad použití ESG HST na obálce budov

- Heat Soak Test – i při zkoušení ESG je dle ČSN EN 14179-2 přípustný ze statistických měření 1 lom na 400t skla.
- Řemeslné provedení a kombinace faktorů.
- V případě použití ESG HST nad místy s výskytem osob nepřímý a diskutabilní rozpor s aktuálními předpisy.



# Mediaální povědomí

Saudi Arabia: World's luckiest man narrowly avoids death by falling sheet of glass





# CAUTION

FALLING  
"SAFETY"  
GLASS



# Zdroje:

- [1] DOW Aisha, *Exploding glass balconies in Melbourne apartments expose faulty building products*. The Age. Victoria, 2017 [online]. Dostupné z: <https://www.theage.com.au/national/victoria/exploding-glass-balconies-in-melbourne-apartments-expose-faulty-building-products-20170628-gx0lwf.html>
- [2] LEVY Megan, *Panel falls from top floor of high-rise building in Sydney's CBD*. The Sydney Morning Herald. Sydney, 2017 [online]. Dostupné z: <https://www.smh.com.au/national/nsw/panel-falls-from-top-floor-of-highrise-building-in-sydneys-cbd-20170501-gvw9sb.html>
- [3] PEŠEK Ondřej, *Skleněné konstrukce*. VUT Brno, FAST. 2018, univerzitní přednáška [online]. Dostupné z: [https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/CO52/prezentace\\_sklo\\_2018.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/CO52/prezentace_sklo_2018.pdf)
- [4] SÁZOVSKÝ Miroslav, *Správné použití bezpečnostního skla – Směrnice S03/2015 ČKLOP*. ČKLOP. Praha, 2015 [online]. Dostupné z: [https://www.sklobendl.cz/fileadmin/Dokumenty/Pdf/Smernice\\_S03\\_-\\_pouziti\\_bezp.\\_skla.pdf](https://www.sklobendl.cz/fileadmin/Dokumenty/Pdf/Smernice_S03_-_pouziti_bezp._skla.pdf)
- [5] FIEDLER Michael, *Wunsch und Wirklichkeit, Glas im Spannungsfeld zwischen Architektur und Regelwerken*. FS1 Fiedler Stöffler Ziviltechniker GmbH. Innsbruck, 2016.
- [6] IBTimes UK. *Saudi Arabia: World's luckiest man narrowly avoids death by falling sheet of glass*. New York, 2015. Video online. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=JAXyExoeyiM>