



Универзитет у Београду – Грађевински факултет
www.grf.bg.ac.rs

Студијски програм: **ГРАЂЕВИНАРСТВО ДИПЛОМСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ**
Modul: **КОНСТРУКЦИЈЕ**
Година/Семестар: **I година / I семестар**
Назив предмета (шифра): **БЕТОНСКИ МОСТОВИ (МОК1БМ)**
Наставник : **В. Проф. Др Снежана Машовић**
Наслов предавања: **Колапси мостова**
Датум : 22.01.2024.

Колапси мостова



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24

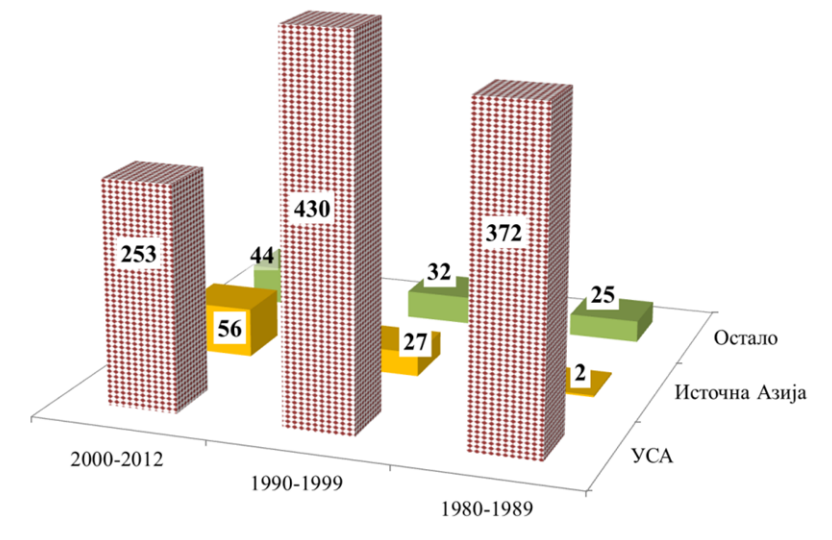
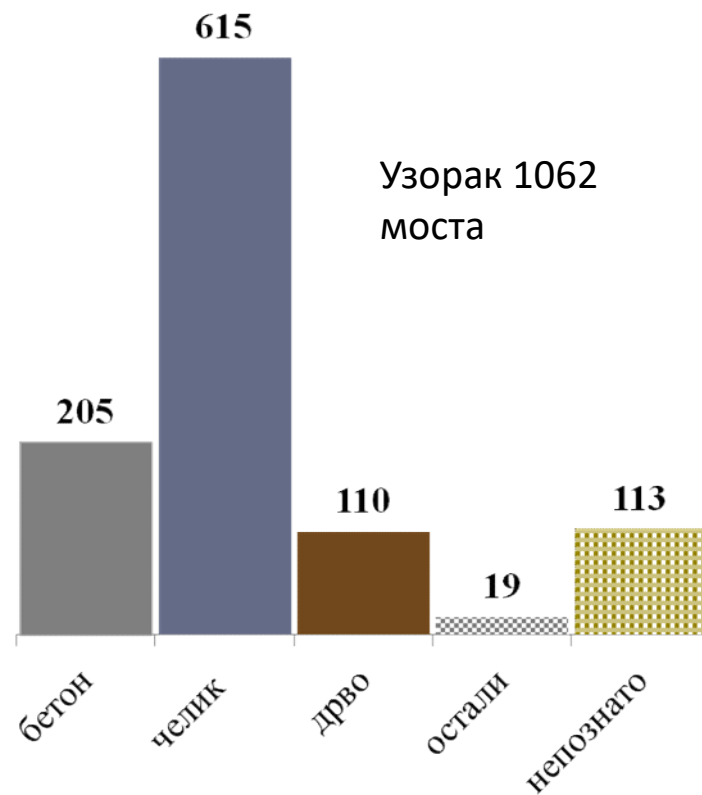
Technical Report MCEER -13-0008

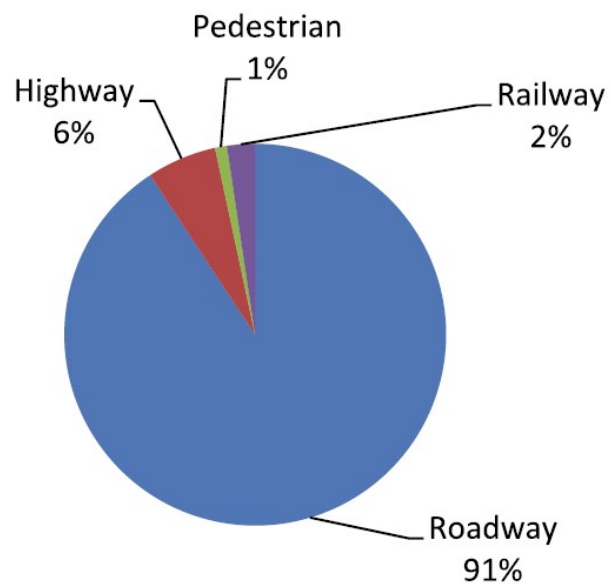
Table 2-1: Description of the Collected Information of 1,254 Bridge Failures (1980-2012)

Data Description		Number of Failures	Percent of Failures
Time of Failure	During Construction	80	6%
	During Service	1,170	94%
	Unknown	4	0%
Region of the Failed Bridges	North America	1,062	85%
	East Asia	85	7%
	Other	101	8%
	Unknown	6	0%
Material Used	Steel	648	52%
	Concrete	277	22%
	Timber	113	9%
	Other	50	4%
	Unknown	166	13%
Type of Failure	Total Collapse	455	37%
	Partial Collapse	368	29%
	Distress	17	1%
	Unknown	414	33%
Total		1,254	100%



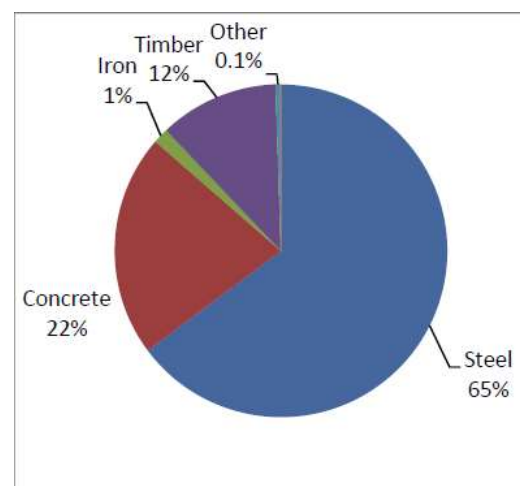
Узорак (Technical Report MCEER -13-0008)



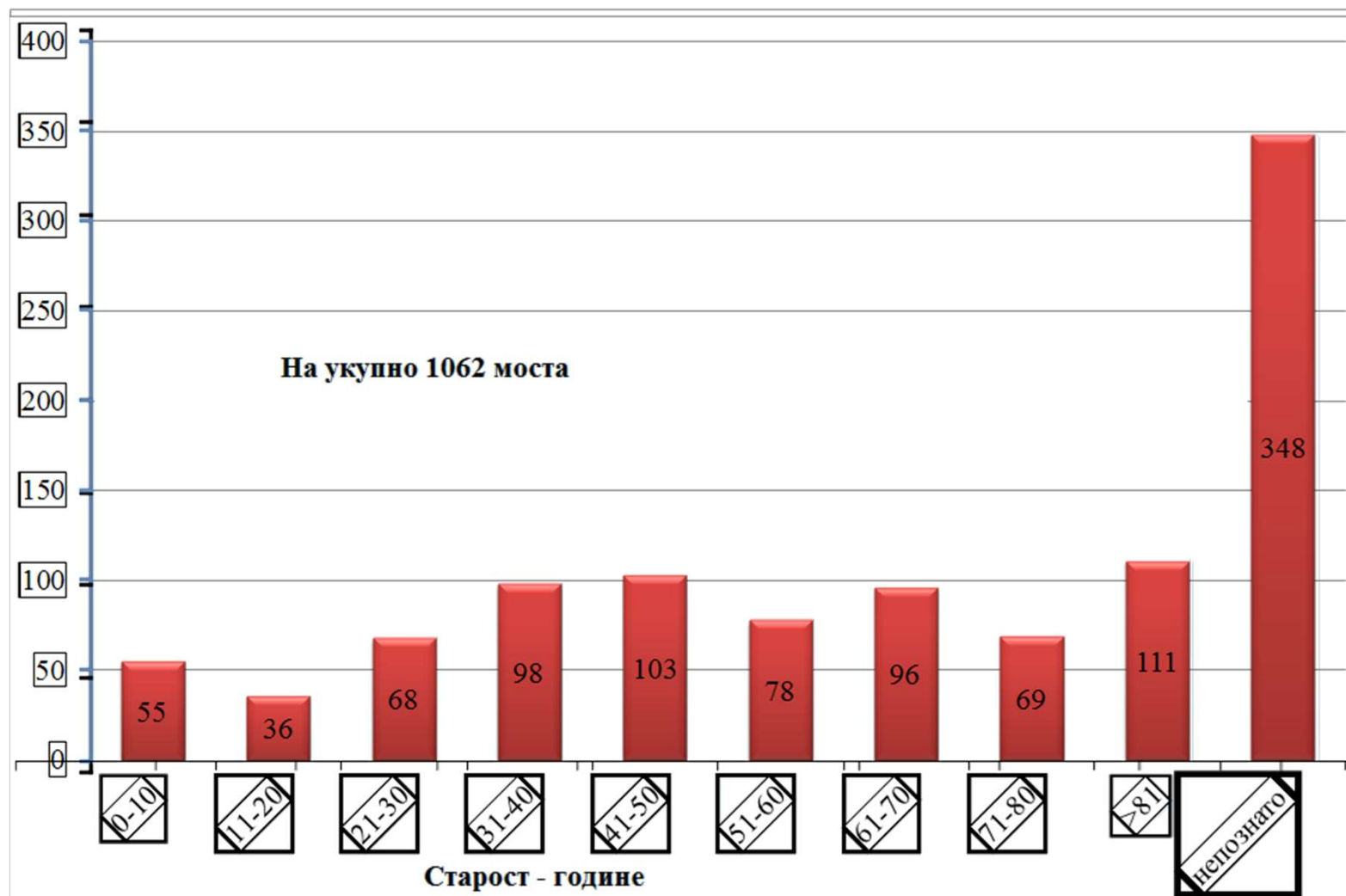


Material	Number of Failure	Existing Bridges in U.S.*
Steel	615	182,706
Concrete	205	398,474
Iron	14	1,497
Timber	110	22,724
Other	5	1,974
Unknown	113	-
Total	1,062	607,375

*Source: National Bridge Inventory, FHWA

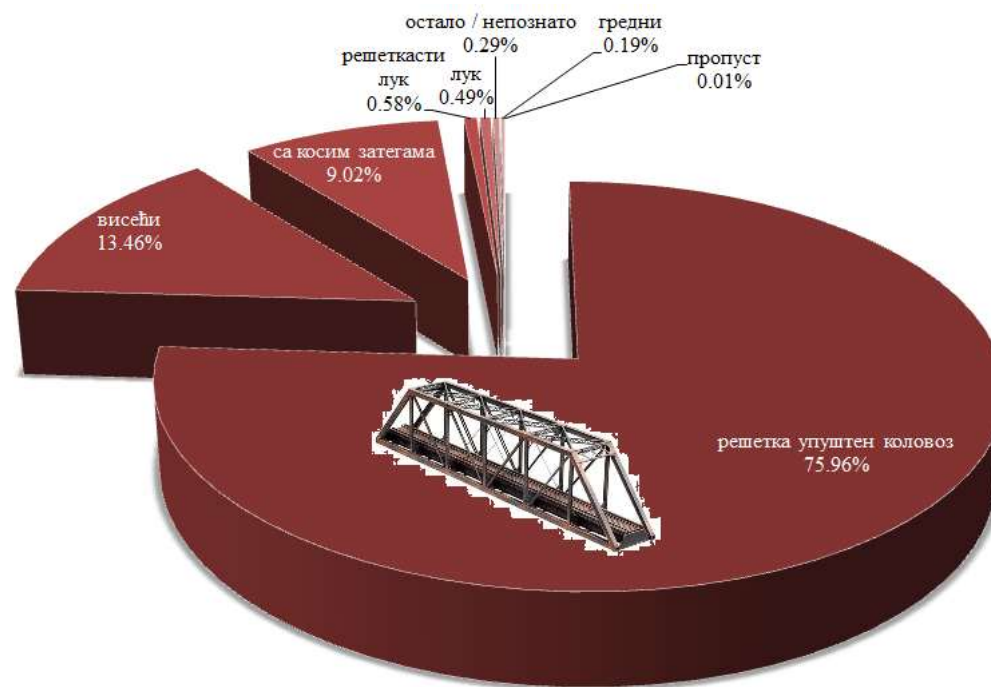


Старост при колапсу



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24

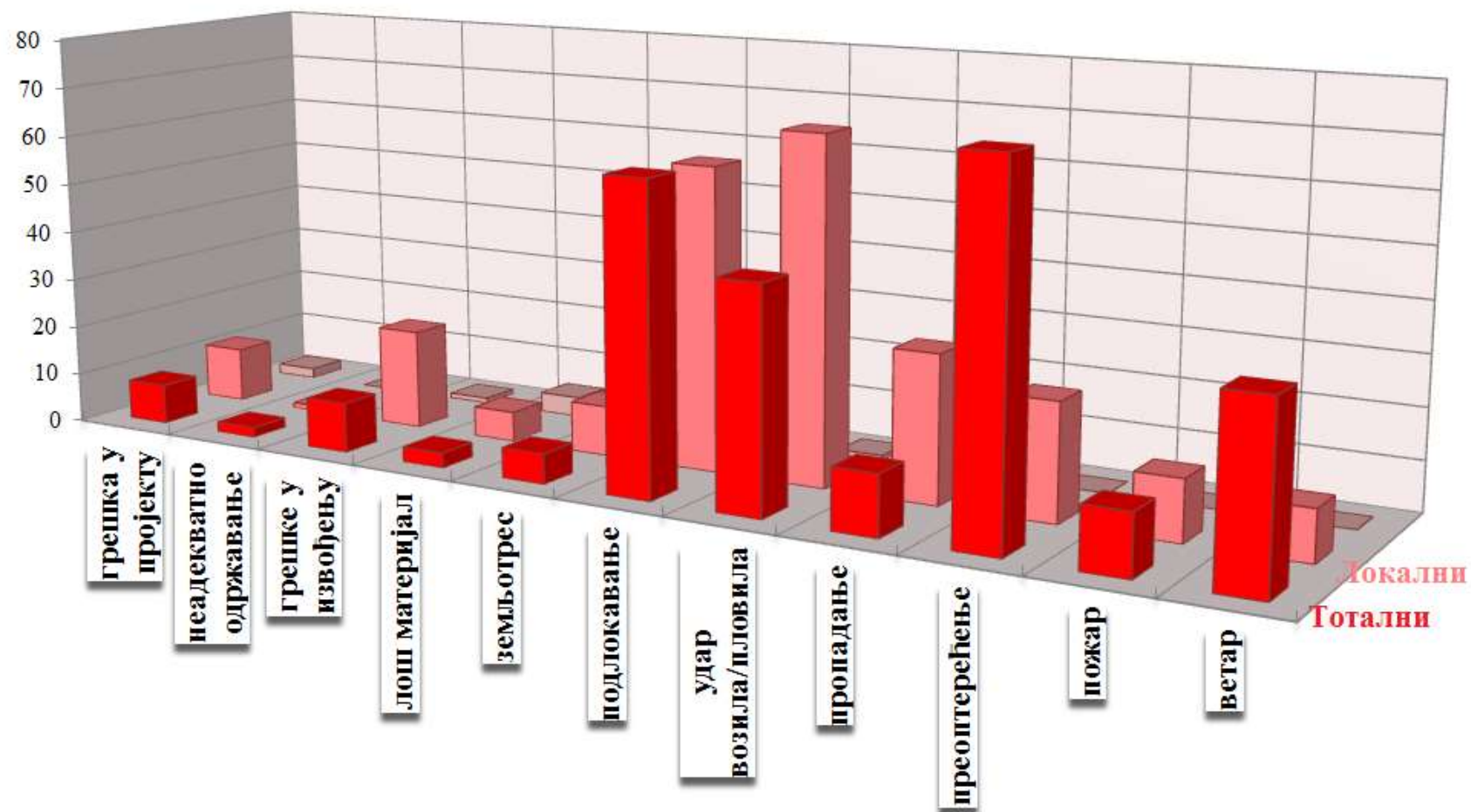
Статистика према систему (УСА)



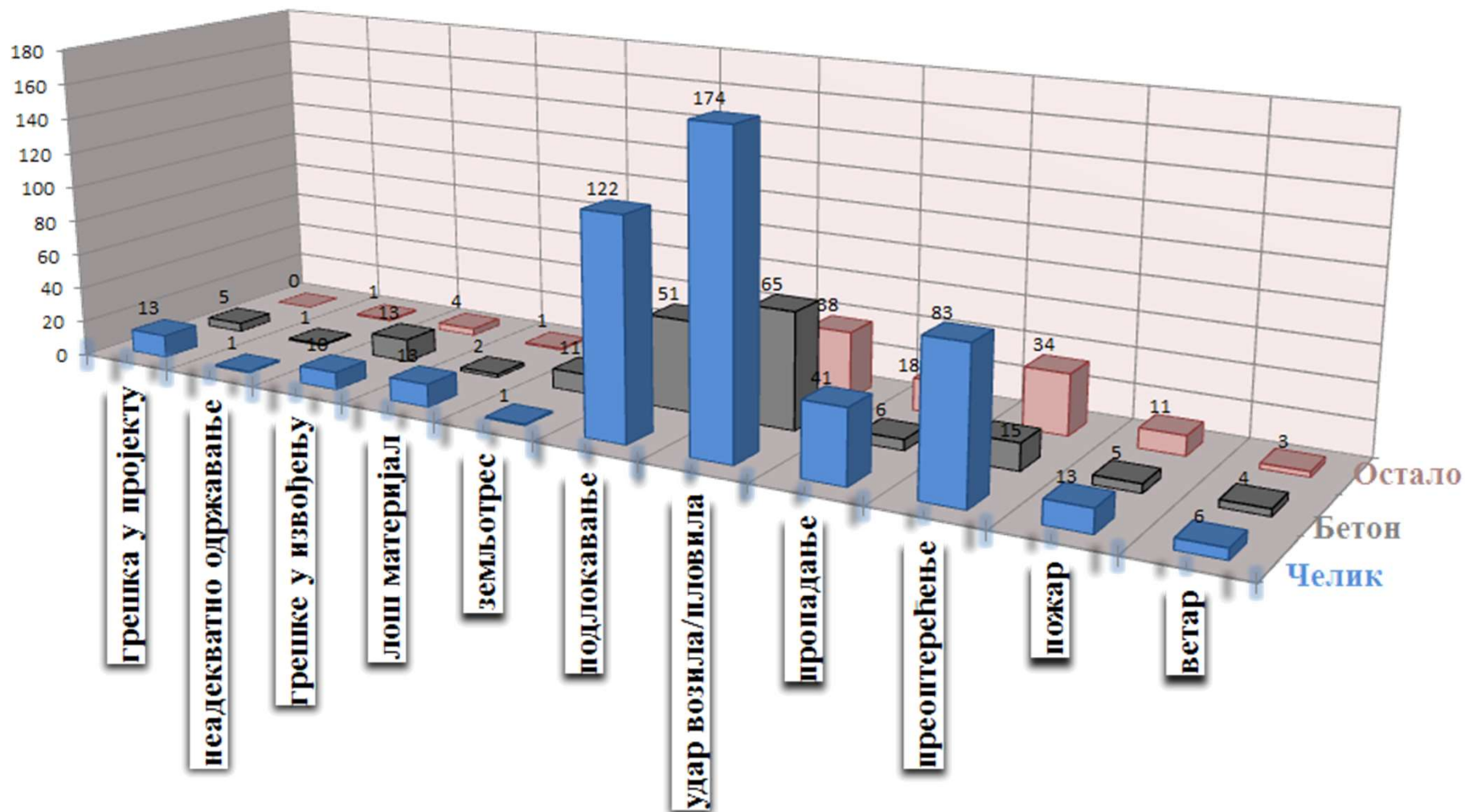
Укупно пало (1980.-2012.) - 1062 (УСА)

Укупно постоји 607375

Тип "отказа" / узрок (523 моста)



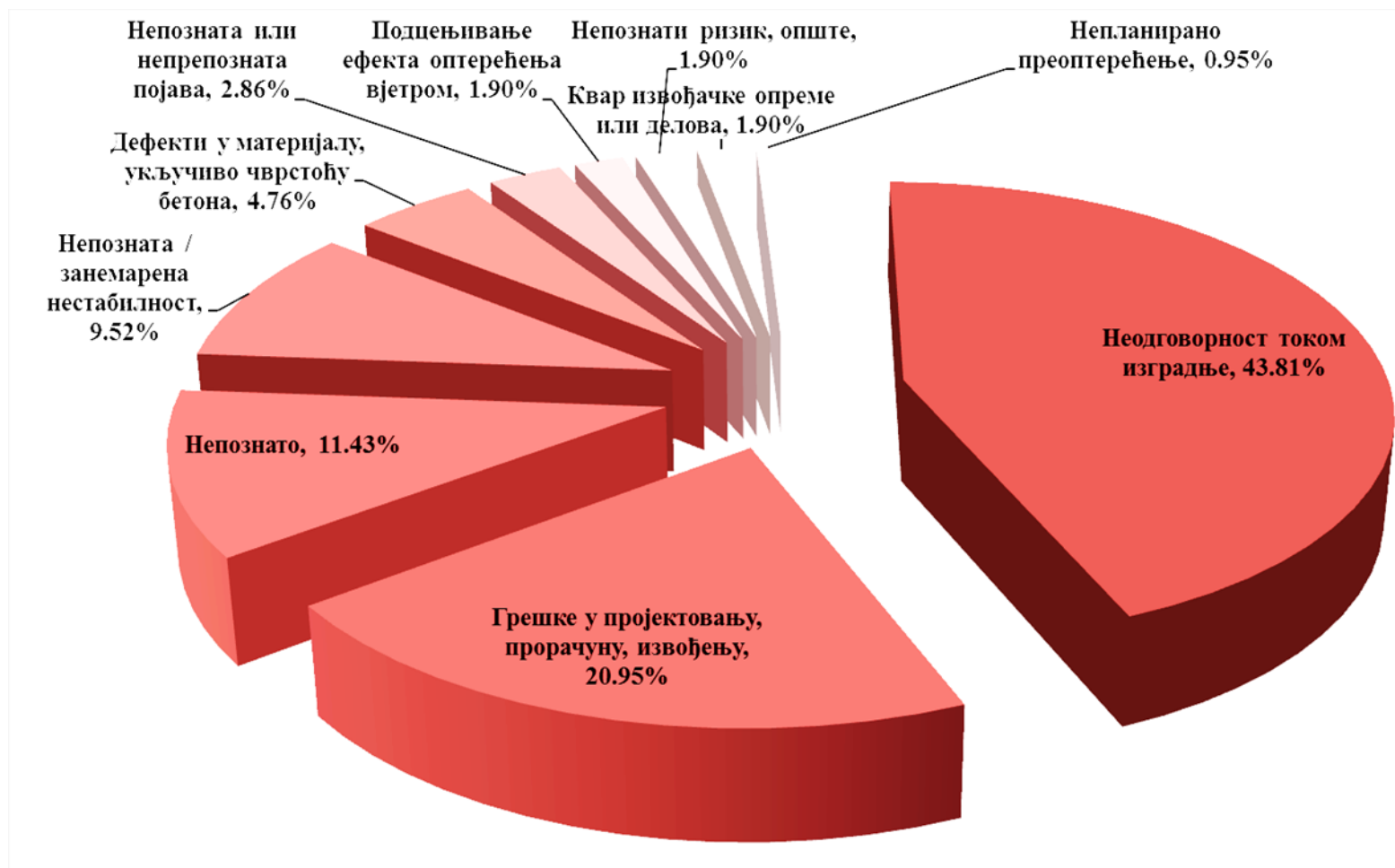
Узрок / материјал 790 мостова



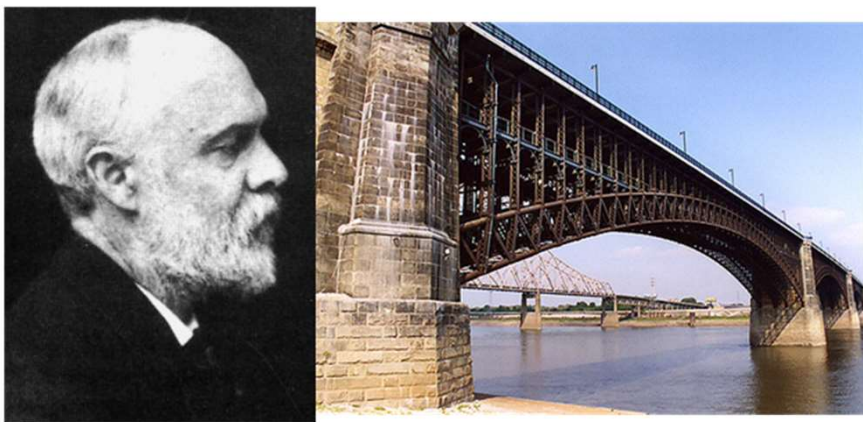
Узроци по периодима



Колапси током извођења (према J. Scheer 2010.)



Ауторитети, пројекти, извођење, истраге, неспоразуми...

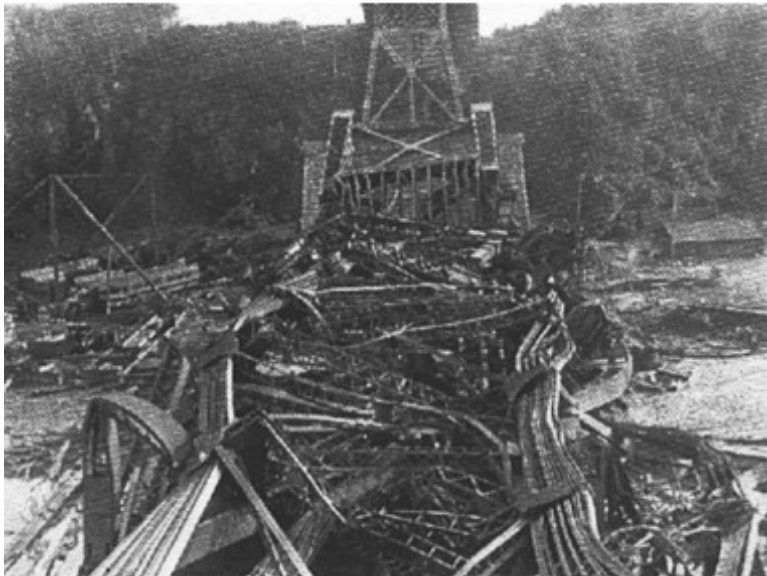
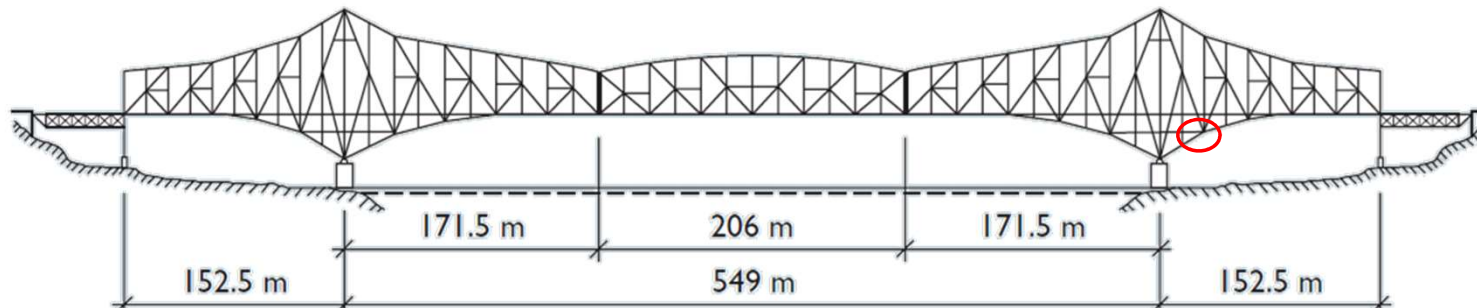


Theodore Cooper
консултант

Cooper had had a long carrier in constructing bridges, starting in 1874 with the famous Eads Bridge over the Mississippi in St. Louis.

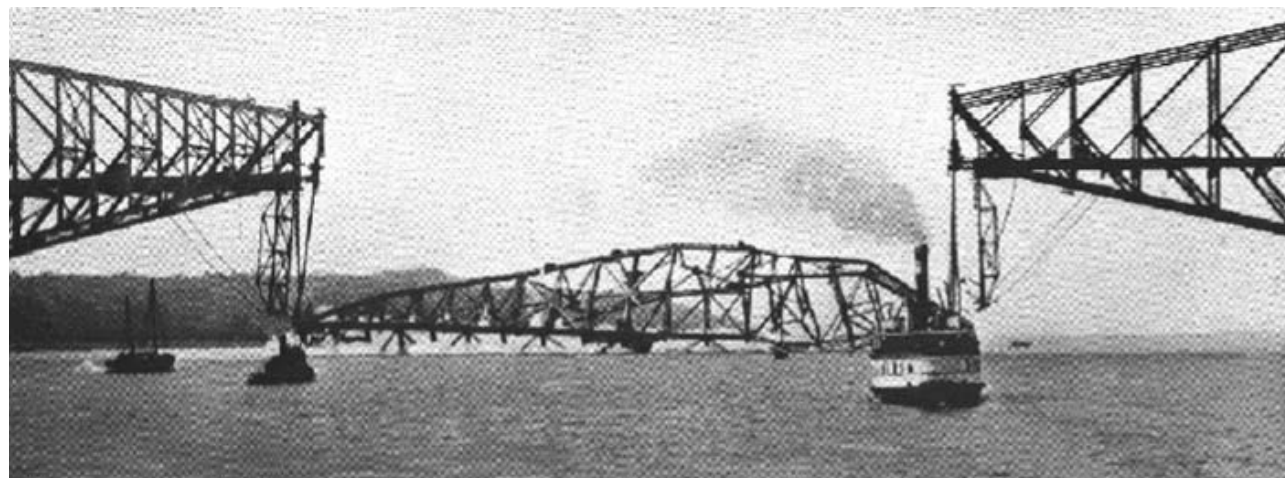
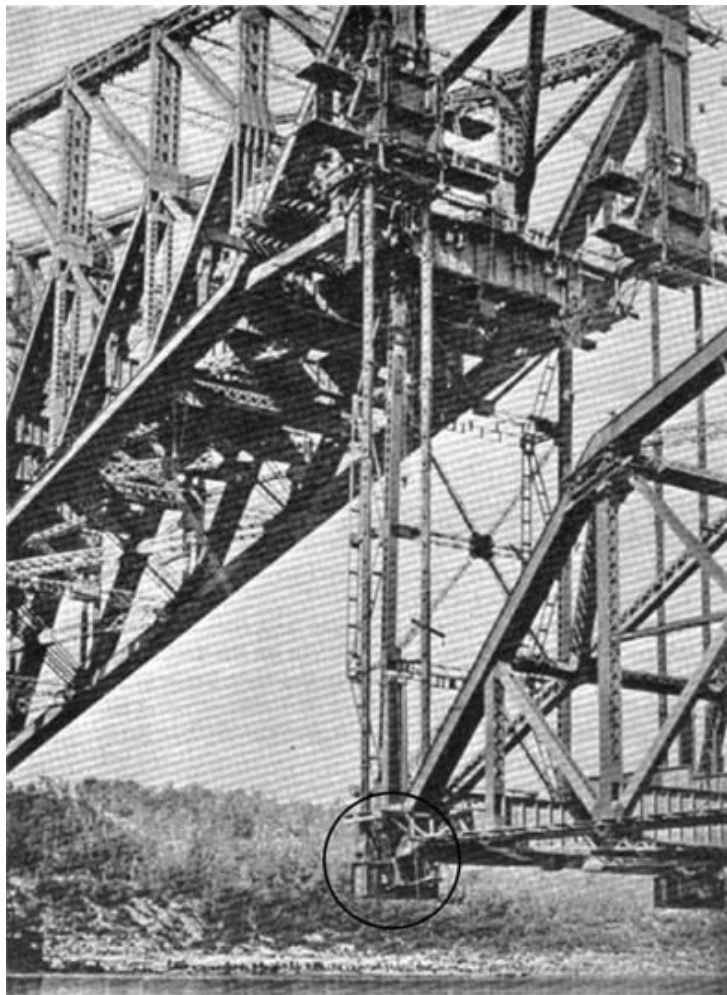


Quebec Bridge 1907.



- Штапови Квебек моста су били састављени од правоугаоних елемената повезаних закивцима. Доњи притиснути појас обележеног сегмента се састојао од 4 паралелне челичне плоче дебљине 23.8mm повезане закивцима.
- Крајем августа, кад се конзола знатно прижала у средњем распону, пораст напона у притиснутим штаповима је изазвао извијање (ван равни решетке са 20mm на 57 mm).
- Иако је ова деформација износила око $L/305$ (L дужина штапа решетке од 17.44 m) то је био знак да се нешто лоше може очекивати.
- Соопер упозорава да се прекине извођење док се не установе факта али извођач, Phoenix Bridge Company под притиско рокова наставља са померањем скеле за конзолно извођење у наредно поље.

1916. Quebec Bridge

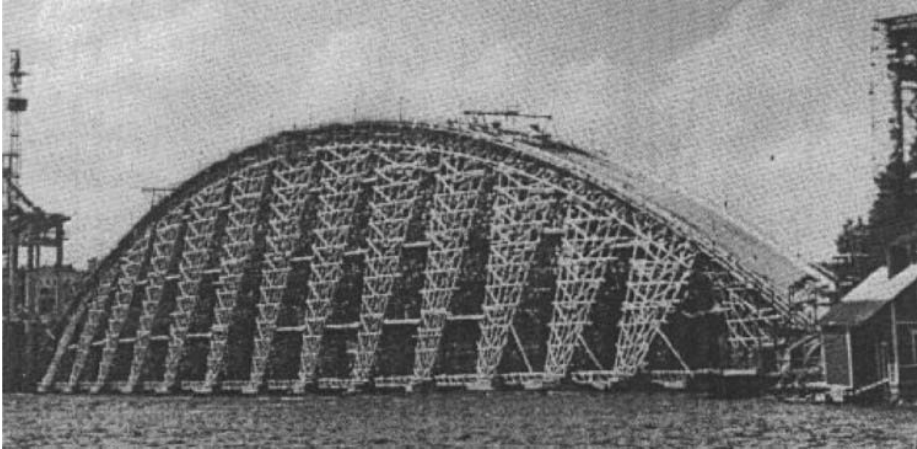


У средини средњег поља, уметнута преко 5000 тона тешка решетка (195м – дуга)

Sandö Bridge -1939



- Професор С. Forssell сматра да је до рушења дошло услед бочне нестабилности изазване извијањем закованих дрвених фланши у скели лука.





Gasitschbach Bridge 1970.

- Мост је у кривини у основи, до 48m изнад долине са распонима од 32m и 4 x 40m. Висина преске сандука 2.2m и ширина 11.4m . Извођен је конзолно (сегменти 3.33m бетонирани на лицу места) са помоћним пилоном.
- Помоћни пилон се постављен над стубом, померан са напредовањем извођења, је био сачињен од префабрикованих бетонских елемената. Дијагонални штапови овог пилона су били затегнути услед кривине конструкције моста.
- До рушења долази кад су доњи дијагонални затегнути штапови помоћног пилона, недовољно анкеробани у вертикалне штапове пилона отказали па помоћни пилон није вршио функцију придржавања растуће конзоле.
- Конзола пада, удара у стуб и изазива ланчану реакцију на већ изведеном делу конструкције.

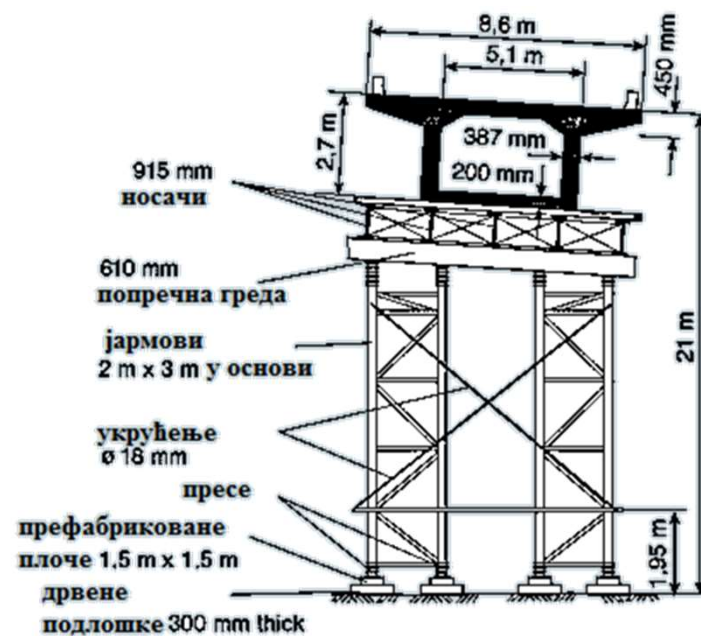
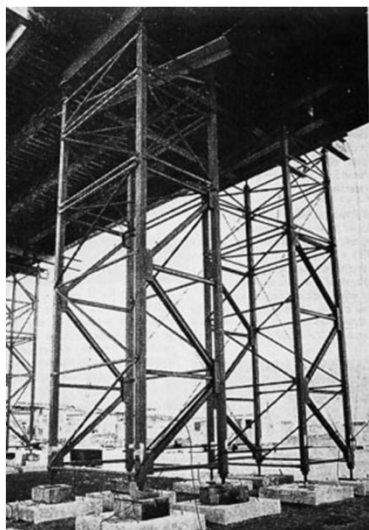
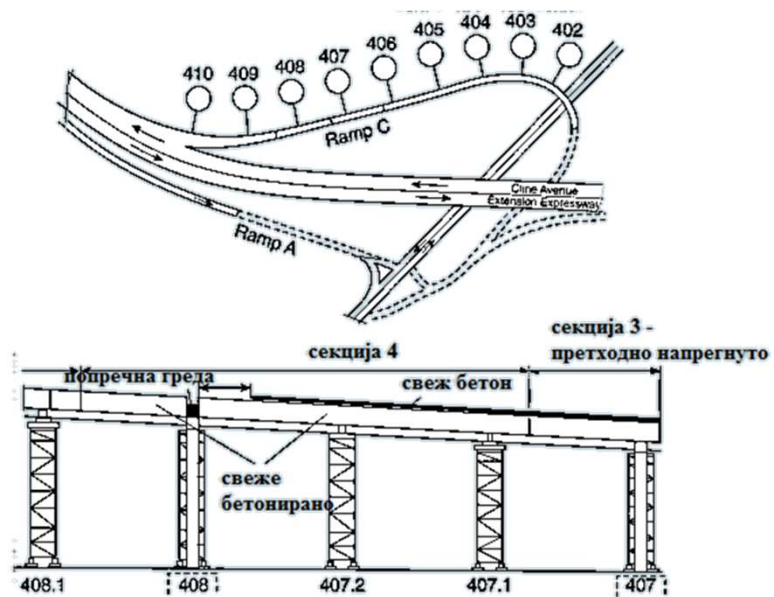
Viadotto Cannavino bridge 1972.



- При извођењу Cannavino, дошло је преоптерећења покретне скеле на крају конзоле пре него што су каблови претходног сегмента ињектирани, што је довело до и кртог лома бетона.

Cline avenue bridge East Chicago 1982.



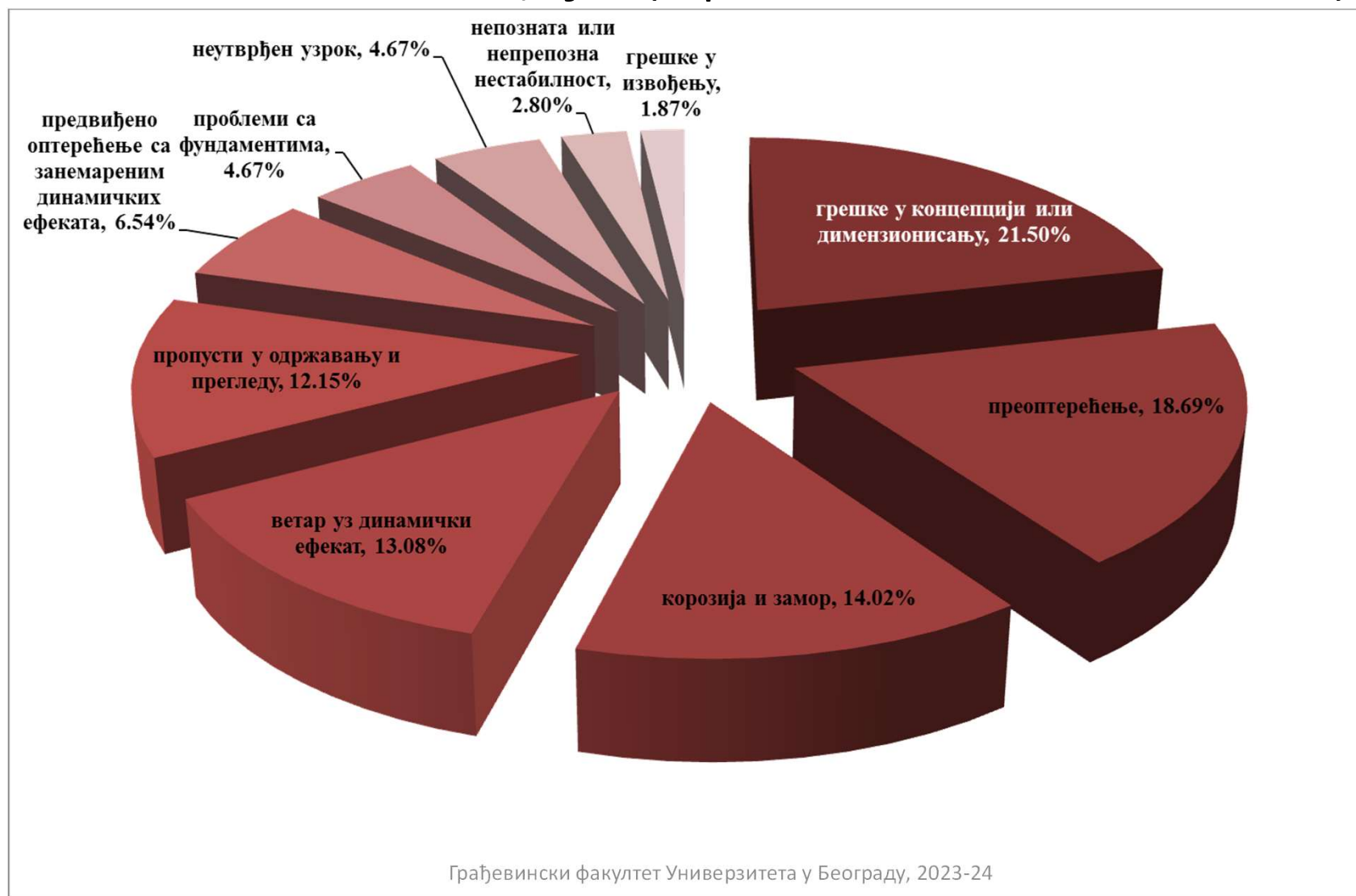


Injaka bridge - Јужна Африка 1998.



Пуно ситних пропуста али изгледа да је пресудни фактор лоше димензионисана доња плоча сандука.

Током експлоатације (према J. Scheer 2010.)



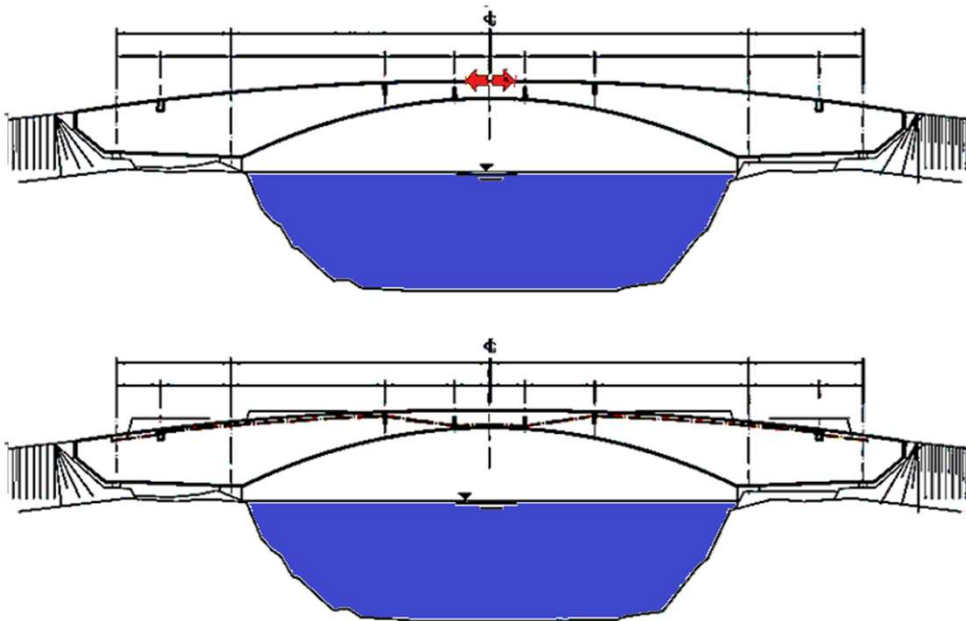
Koror Babelhuap Bridge 1996.



Угиб у средини распона (укључујући 0.21m надвишења)	
датум мерења	Угиб
July 1977	0.00m
након изградње	
Sept. 1983	-0.70 m
Nov. 1985	-1.07 m
May 1986	-1.14 m
Jan. 1990	-1.23 m
Sept. 1993	-1.54 m

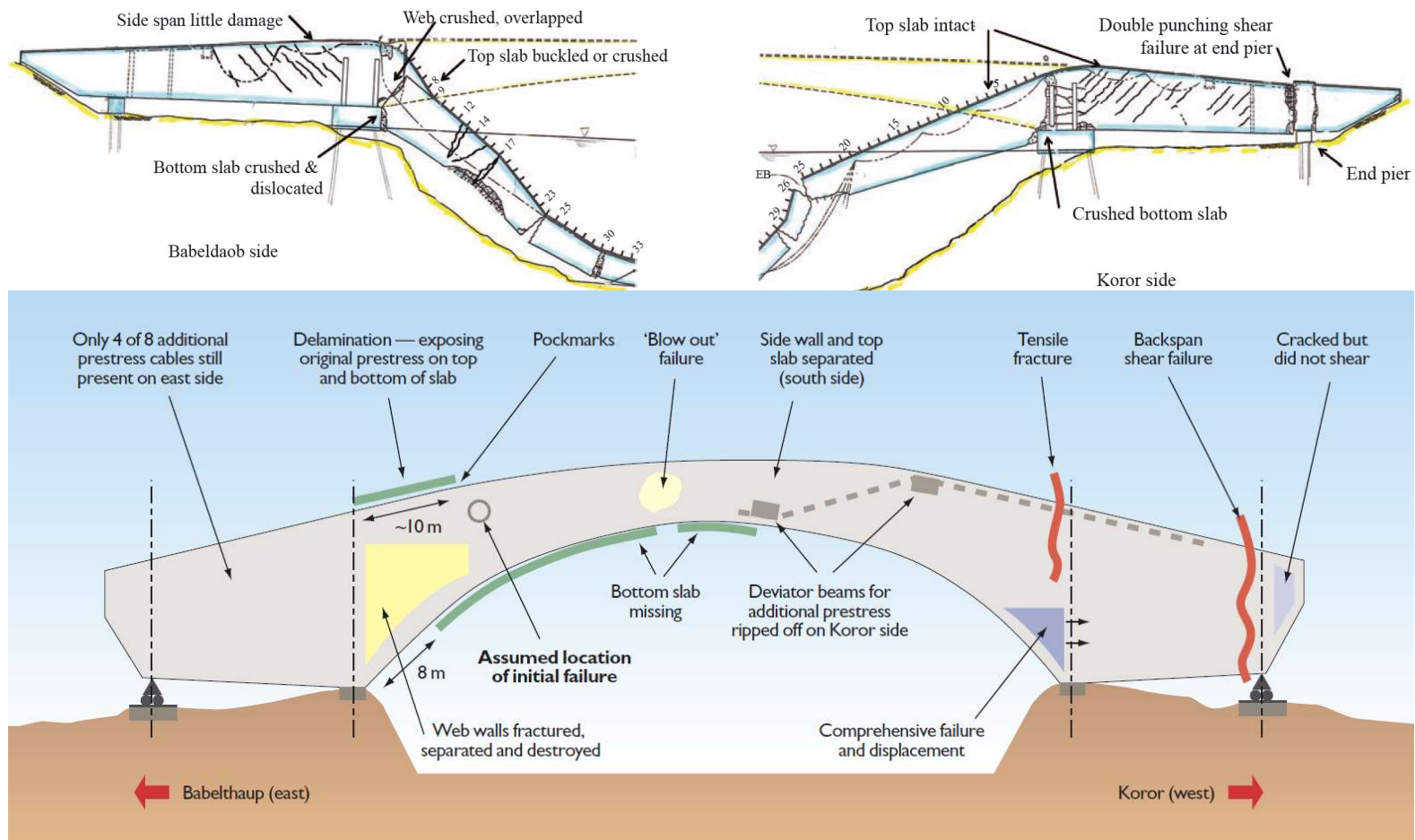


Рехабилитација 1996 и могући узроци рушења

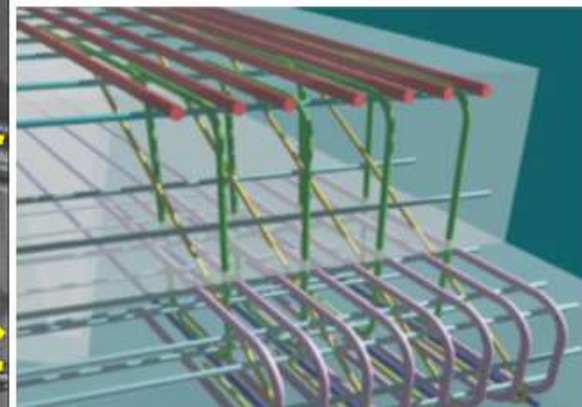
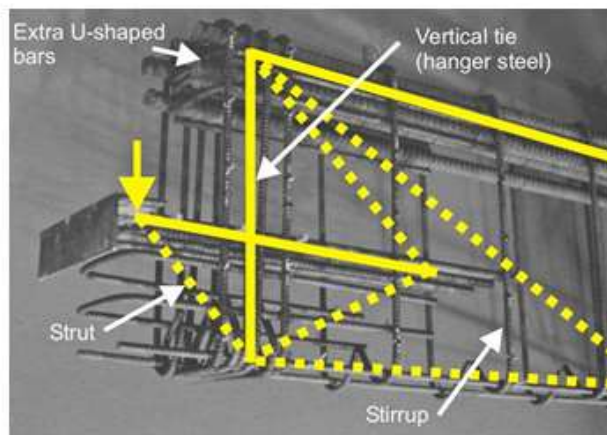
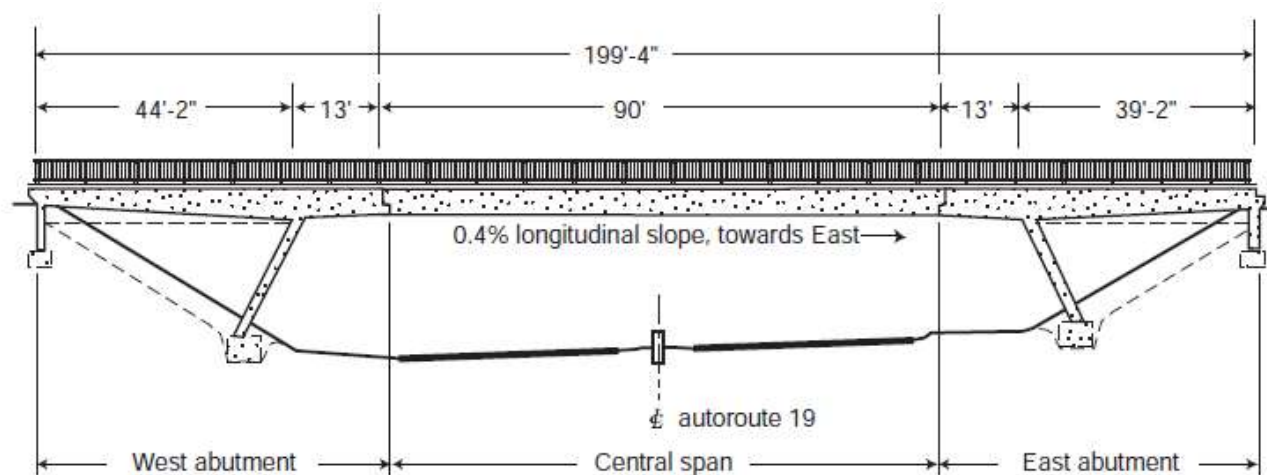


- Лом ребара услед смицања;
- Лоша припрема споја девијатора за ојачање;
- Оштећење коловозне плоче при замени асфалта;
- Екстремни притисак тла на опорце;
- Прерасподела пресечних сила услед течења након промене система;
- Хоризонтално померање стубова.

Слика оштећења



De la Concorde overpass 2006.



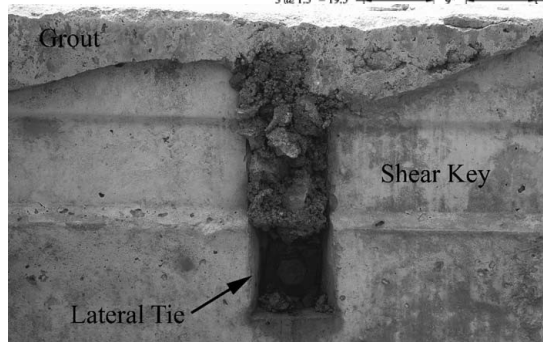
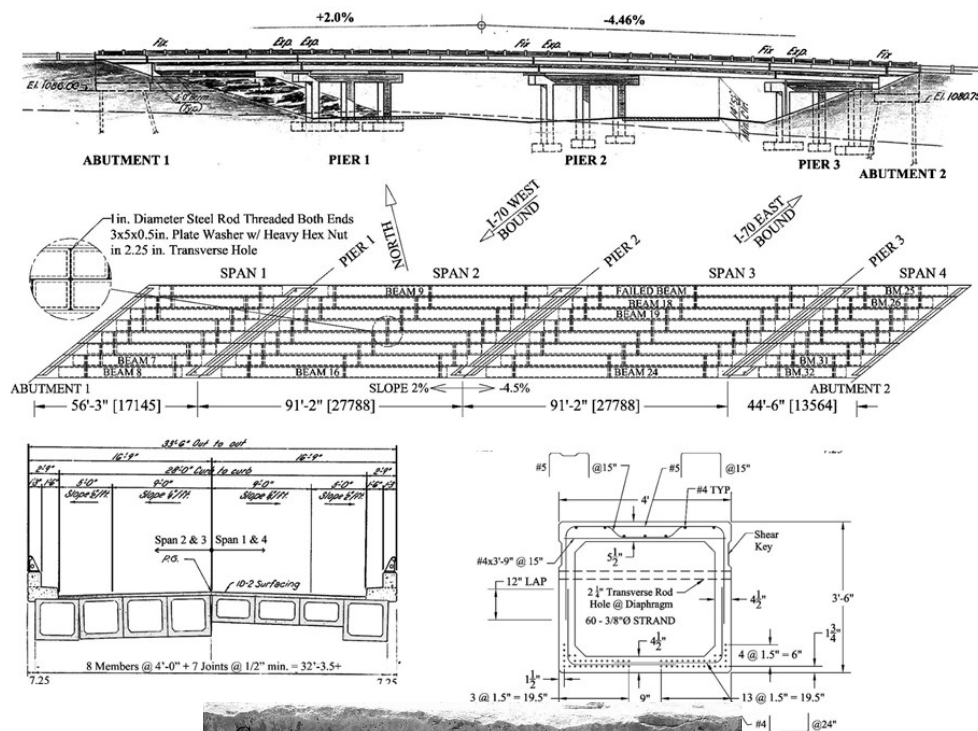
Viadotto Cannavino



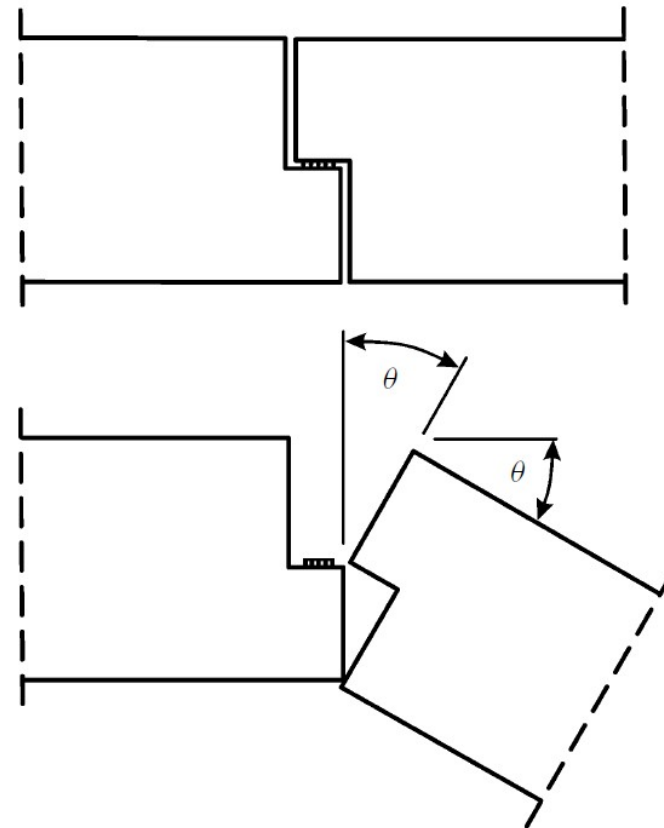
Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24

I 70 Пенсилванија 2005.

- Кородирали попречни каблови.
- Лоше ињектирање.
- Мања дебљина ребара префабрикованих елемената.
- Редукована дебљина фланши префабрикованих елемената (86% потребне вредности)
- Положаји сливника



Надвожљак у северној Италији код Милана 2016.



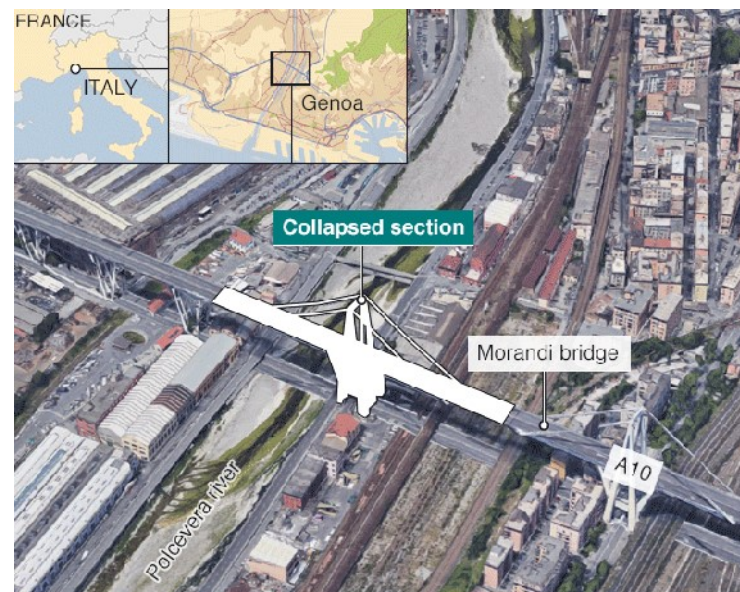
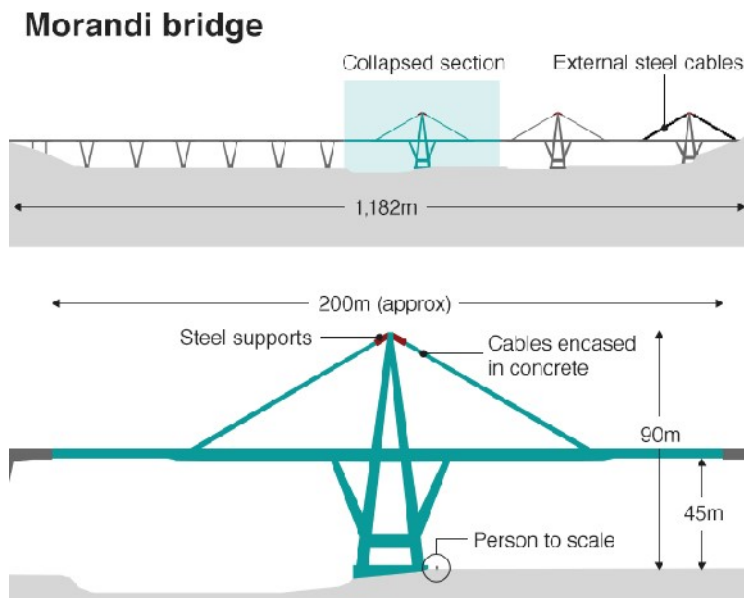
Мајами пасарела 15.03.2018.



https://www.youtube.com/watch?v=fdUf-el9vA&feature=emb_logo&ab_channel=NTSBgov

Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24

Ђенова - Morandi Bridge 14 август 2018



Nanfang'ao Bridge



01.10. 2019. Иако је вече пре регистрован је тајфун са ударима ветра од 137km/h то није био узрок пада (иако изазива оптерећење замора и вибрација вешаљки) већ највероватније кородирале вешаљке што је последица немара у одржавању.

Естетика мостова



Пројекат моста и његов изглед

- Хоризонтална и вертикална геометрија
- Избор статичког система
- Положај стубова и односи распона
- Положај и висина и тип опораца
- Пресек коловозне конструкције (укључиво конзоле и ограде)
- Облик стуба
- Боја, текстура, орнаментика, детаљи
- Осветљење и уређење терена
- Потреба за мултидисциплинарним тимом.
 - Укључивање јавности и визуализација решења.
 - Инжењере бије глас да су неосетљиви на мишљење јавности, што је последица изражавања које јавност не разуме. Зато нам је потребан одговарајући речник како би остали вође тима према инвеститору и јавности.
- Неопходност познавања основа и појмова из архитектуре и естетике и самопоуздање да се прихвате вредне идеје а одбаце лоше чиме се задржава водеће улога и стиче поверење клијената и јавности
- Лидер тима – инжењер конструктивац који сноси одговорност за конструкцију, архитекте - естетски саветници.
- Скупи и неукусни промашаји су резултати преузимања водеће улоге из руку конструктивних инжењера.

Греде и рамови



Број отвора и избор стубова



Лукови



Нека оригинална решења

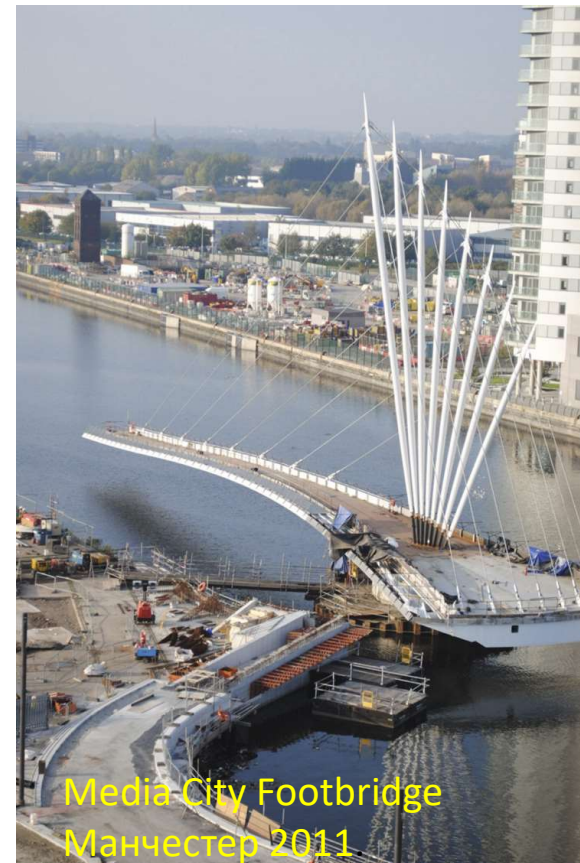


Santiago Calatrava



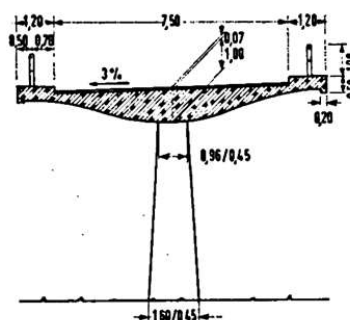
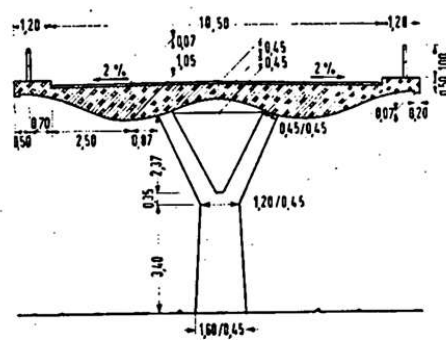
Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24

Пешачки мостови



Стонога – Dizeldorf (1962. – 2013.)

41



???



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24