

A cartoon illustration of a primitive bridge made of a single log spanning a chasm. Two cavewomen are hanging from the log by their arms, walking across. On the left, a cavewoman with a large nose and a black and white fur collar looks on. The background is a simple blue sky with white clouds. A speech bubble from the cavewoman on the left contains the text 'WONDERFUL THINGS THESE BRIDGES.'

WONDERFUL
THINGS
THESE BRIDGES.

Одсек ПЖА Мостови

Предавање 12
10. Мај 2019.

Преглед конструкције

- Праћење
 - Посматрање (често неформална и површна активност)
 - Инспекција (преглед)
 - Редовна мера (најчешће визуелни преглед објекта)
 - Евиденција свих релевантних оштећења
 - Уношење у базу података (ажурирање базе)
 - Контролна мерења и функционална контрола механичких конструктивних делова
- Детаљно испитивање

Врсте прегледа у Србији

- Правилник о техничким нормативима за редовно одржавање мостова (1992):
 - Контролни (2 пута годишње)
 - Редовни прегледи (сваке две године)
 - Главни прегледи (сваких 6 година)
 - Ванредни према потреби
- Закон о планирању и изградњи:
 - Власник објекта за који је издата употребна дозвола обезбеђује извођење радова на инвестиционом и текућем одржавању објекта као и редовне, ванредне и специјалистичке прегледе објекта, у складу са *посебним прописима*.

Редовни (главни) прегледи

- Србија: генерално 2 (6) година (у светским размерама: 5 - 6 година)
- Визуелне инспекције
- Преглед носеће конструкције (са геодетским мерењима)
- У правилу „визуелно“ испитивање тј. коришћењем чула:
 - Вида (уочавање оштећења, једноставна мерења)
 - Слух (деламинација)
 - Додир (откривање прлина и неравнина)
 - Мирис (присуство хемикалија и органских материја)
 - Укус (присуство соли)
- Геометрија и димензије пресека,
- Изглед и разлике у боји површине конструкције,
- Појава прлина њихова величина и распоред,
- Знаци деградације материјала на површини конструкције,
- Деформације конструкције,
- Влажне површине (процуривање воде)

Припрема прегледа

Предуслови

- Професионално знање и искуство
- Омогућени приступ

Познавање специфичности објекта

- Планови, статички прорачуни, претходни прегледи
- План посматрања

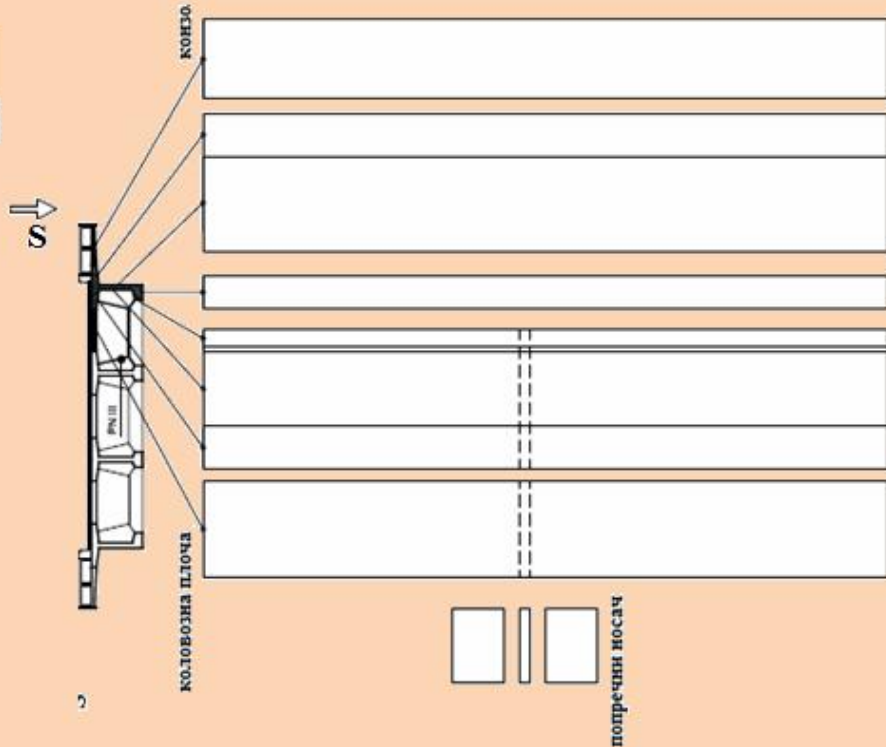
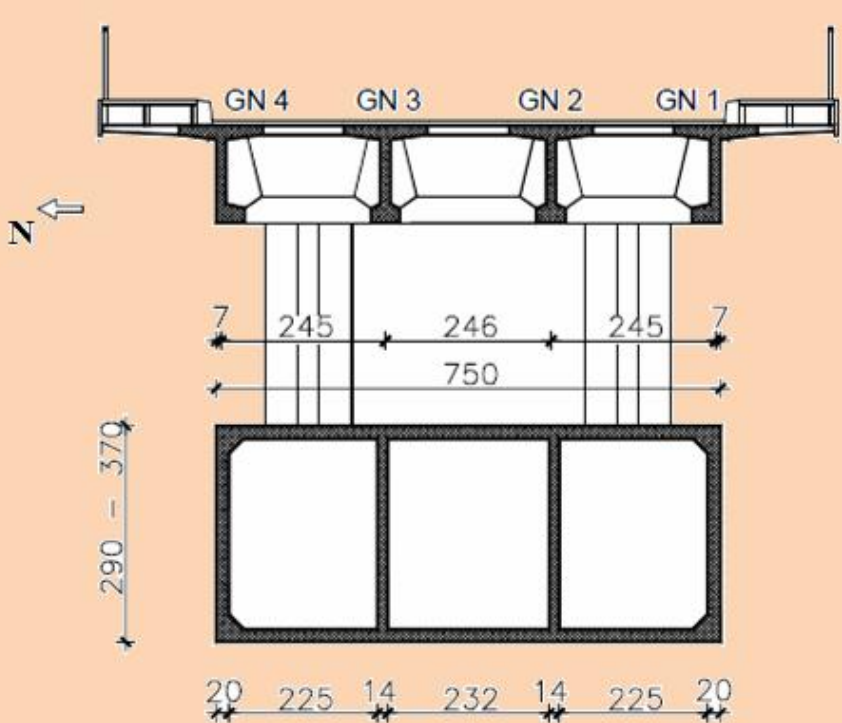
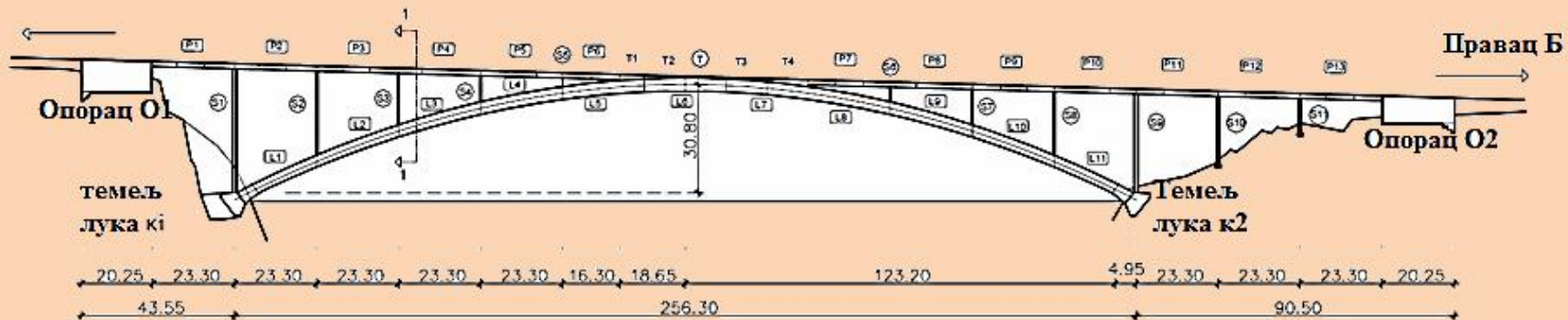
Скице и опрема

- Израдити скице целе конструкције и појединих делова
- Обезбедити опрему

Податци о објекту

- Историјски и ажурни подаци о објекту су од велике важности
- Трошкови налажења података
- По могућности прикупити податке о објекту (пројектант, извођач, година пројектовања/извођења)
- Главни пројект конструкције (доступан?)
- Извођачки пројекат (доступан?)
- **Одговарају стању на терену!?**
- Утврдити стање на терену (преглед)
- Подаци о променама које су наступиле током употребе конструкције (записници са претходних прегледа и санација)
- Шта прегледамо?
- Опште стање
- Познавање конструкције
- Критична места и елементе
 - Места где се очекује почетак деградације или оштећења
 - Конструкцијски елементи чија је оправка скупа или врло захтевна
- Елементе од значаја за функционалност конструкције (опрема)

Правац А



Редовне инспекције -опрема

- Дурбин, лупа, чекић, лампа, склопиви метар
- Прибор за пењање, мердевине
- Фотоапарат, видео камера, ендоскоп
- Ласерски мерач одстојања
- Мерач ширине прслине, лупа за мерење ширина прслина
- Термометар, хигрометар
- Нивелман, либела
- Мерач зазора лежишта
- Склерометар(Schmidt-ов чекић)
- рНиндикатор (фенофталеин)
- Мерач дебљине заштитног слоја, апарат за детекцију арматуре
- Опрема за теренско испитивање хлорида (Rapid chloride tester)

Опрема за преглед – специјална возила и преглед под водом



Др Снежана Машовић



Школска 2017/18



Неформалне оцене

- Методологија
- Класе стања елемената конструкције (дискретне нумеричке вредности)
- Одређивање приоритета
- Индиција за детаљно испитивање праћено контролним прорачуном различитог нивоа сложености

Детаљно испитивање

- По потреби
- Изводе најчешће специјализована предузећа
- Методе испитивања
 - Са разарањем
 - Без разарања (Non-destructive testing)
 - Обрада података и прорачун
- Методе са разарањем
 - Испитивање цилиндричних узорака
 - Испитавање челичне арматуре
 - Уграђивање сензора
- Методе без разарање
 - Тест оптерећења (угиби)
 - Одређивање чврстоће бетона
 - Мерење потенцијалног поља и корозивне струје
 - Мерење пермеабилности бетона
 - Ултарзвук, Ехо удара
 - Радиографија, Георадар
 - Термографија

Тест оптерећења



Чврстоћа бетона

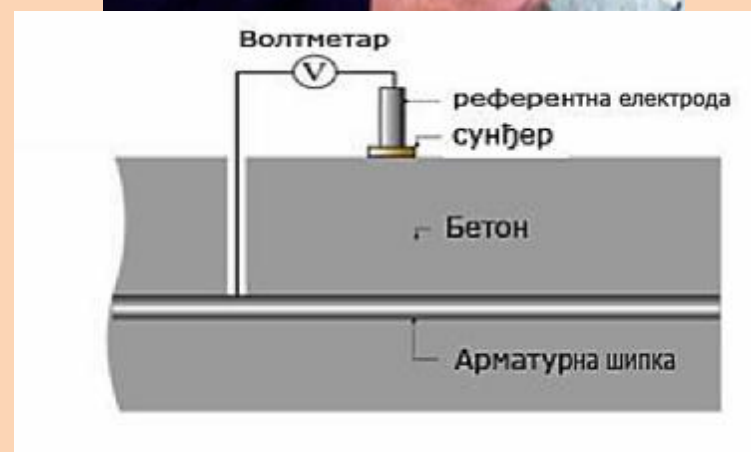
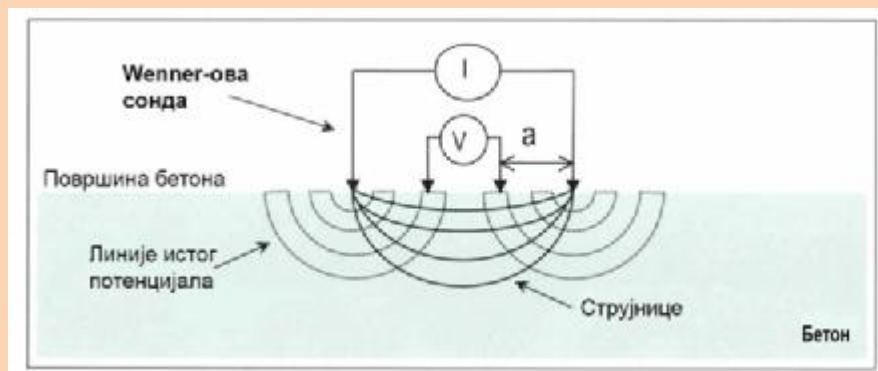


Откривање корозије арматуре у бетону

- На бази електричног отпора бетона



- На основу потенцијала електричног поља

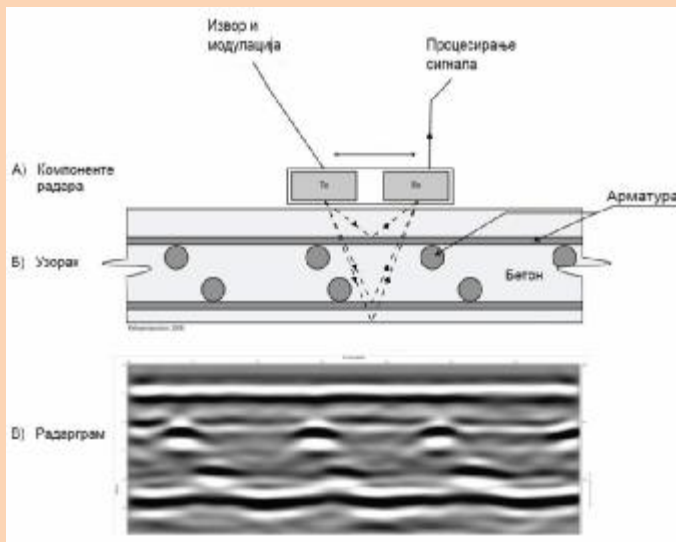


Одређивање положаја и пречника арматуре



Concrete Cover Meter

Лоцира арматуру,
мери заштитни слој



Георадар

Пермеабилност бетона



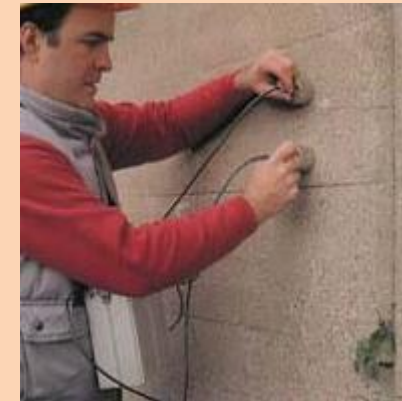
Индикатор пропустњивости
бетона на течности и гасове



Ултразвук



Ултразвучно испитивање
дебљине коловозне плоче и
детекција шупљина



Мери се:

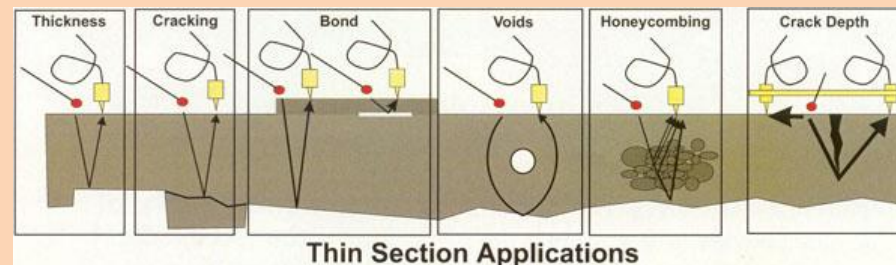
- дебљина елемента,
- Откривање шупљина,
пукотина неправилности
збијености бетона
- Позиционирање арматуре
- Грешке у ињектирању каблова
за претходно напрезање

Ехо удара IMPACT-ECHO TEST



Мери:

- дебљину плоче,
- Постојање и положај и величину
 - Прслина
 - Шупљина
 - Индиректно и чврстоћу



Утицај агресивности средине



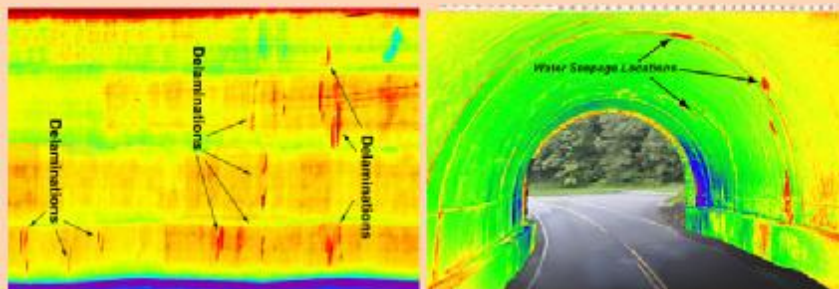
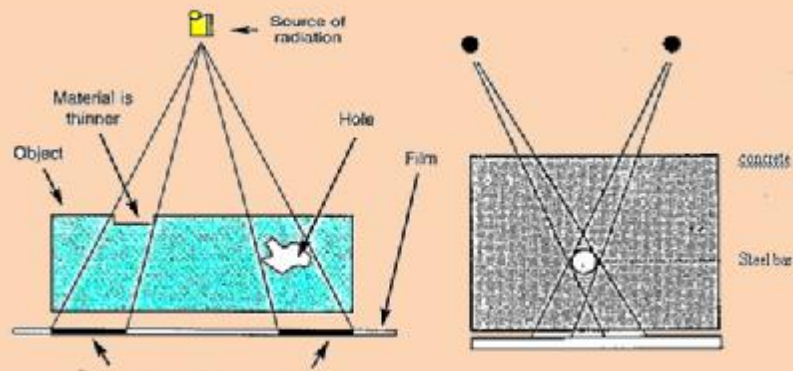
Дубина
карбонатизације
Садржај хлорида
(Rapid chloride
tester)



Преносива
опрема за
испитивање на
бетонском
праху са
објекта



Радиографија, термографија, високофреквентни сонер

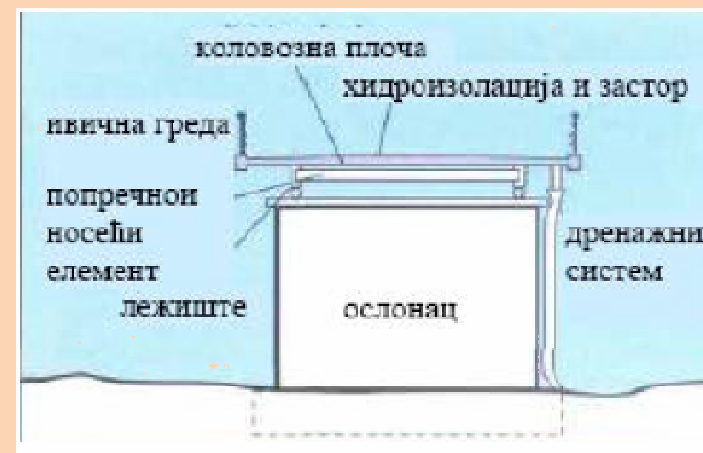


Дијагностика и процена

- Дијагностика
 - Познавање постојећег објекта
 - Налажење узрока проблема
 - Старење материјала
 - Процеси пропадања: хемијски и физички процеси
 - Историја оптерећења објекта
- Процена
 - Актуелизација носивости
 - Актуелизација утицаја
 - Потребне мере одржавања
 - Процена трошкова

Елементи

- Избор елемената
 - Конструктивна улога
 - Изложеност
 - Материјал



Елементи

		Група	Компоненте (#-број)	Улога		
Носећи елементи	Суперструктура		Коловозна плоча (1)	носећа	Значај елемента?	
			Главни носач (0 - n)	носећа		
			Попречни носач/дијафрагма (0 - n1)	носећа		
			Конструктивни спојеви и зглобови (0 - n2)	носећа		
	Субструктура		Опорци и крила (2)	носећа		Субструктура "носи" суперструктуру
			Стубови (0 - k)	носећа		
			Темељи (2 to 2+k)	носећа		
	Опрема		Лежишта (0 - n·(k+2))	Артикулација/пренос оптерећења		Значајни издатци
			Дилатационе справе (0 - i)	Артикулација		
			Дренажни систем (0-1)	Заштита		
		Прелазна плоча (0 - 2)	Безбедност			
		Хидроизолација (1)	Заштита			
		Коловозни застор (1)	Заштита/Безбедност			
		Ограде (2 - 4)	Заштита/Безбедност			
		Сигнализација (0 - i)	Безбедност			
		Инсталације (0 - m)	Безбедност			

Оштећења



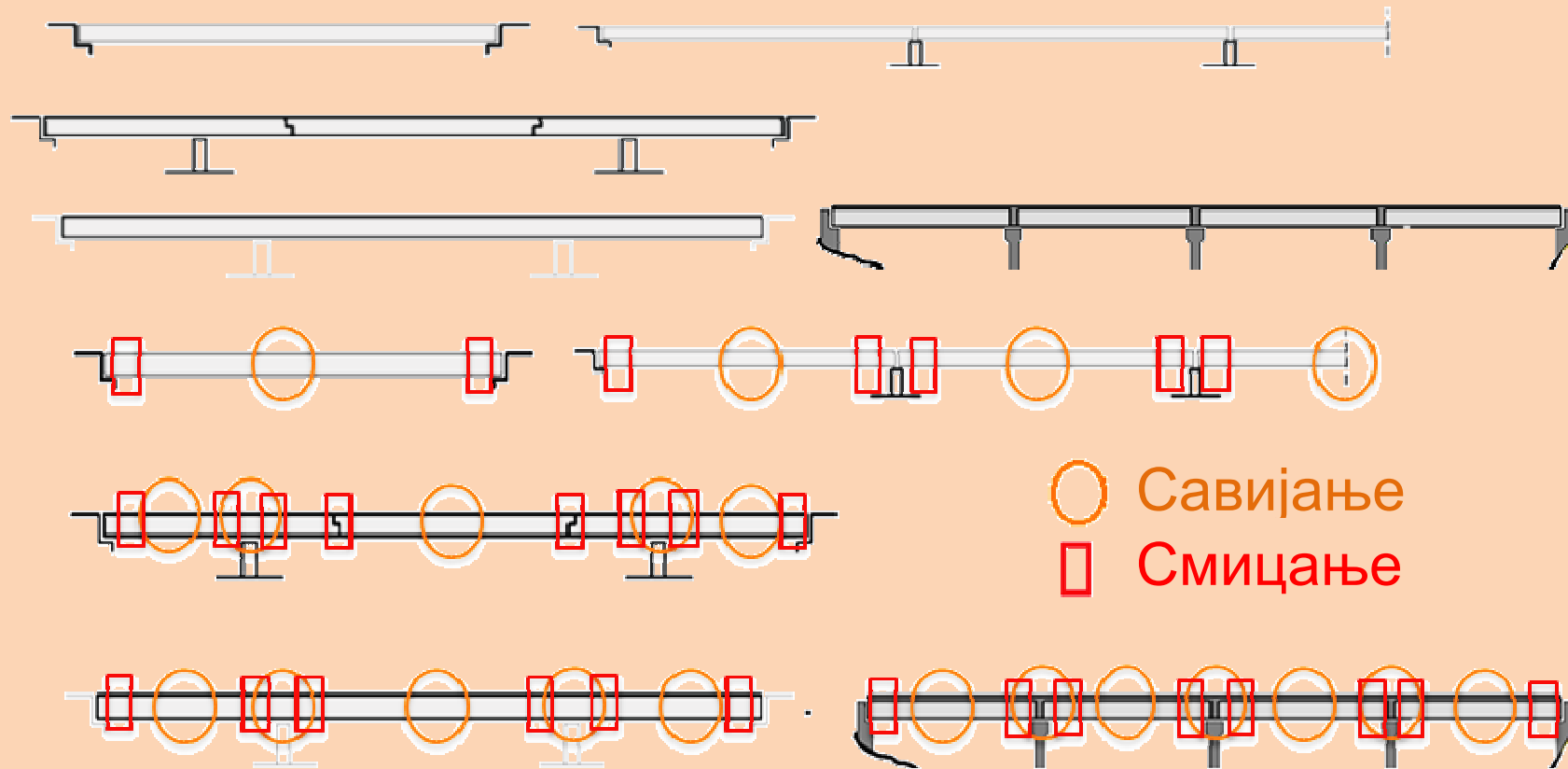
Оштећења



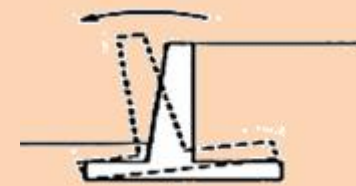
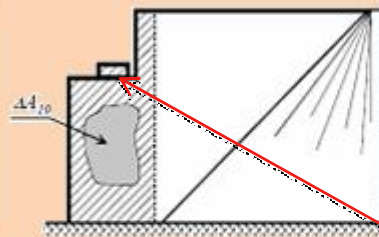
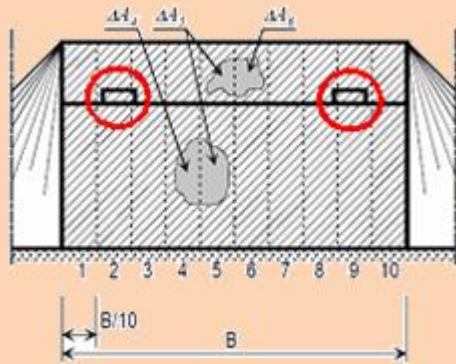
Оштећења



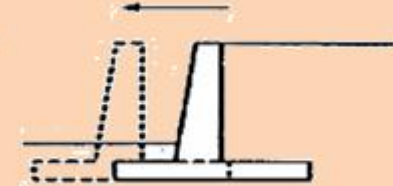
Осетљива места - суперструктура



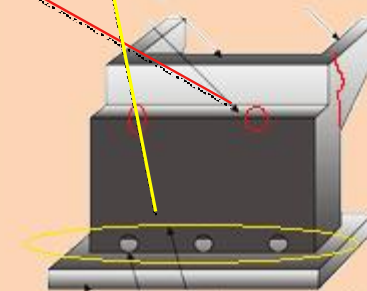
Опорци и крила



Прегурање



Клизање



Осетљива места - стубови

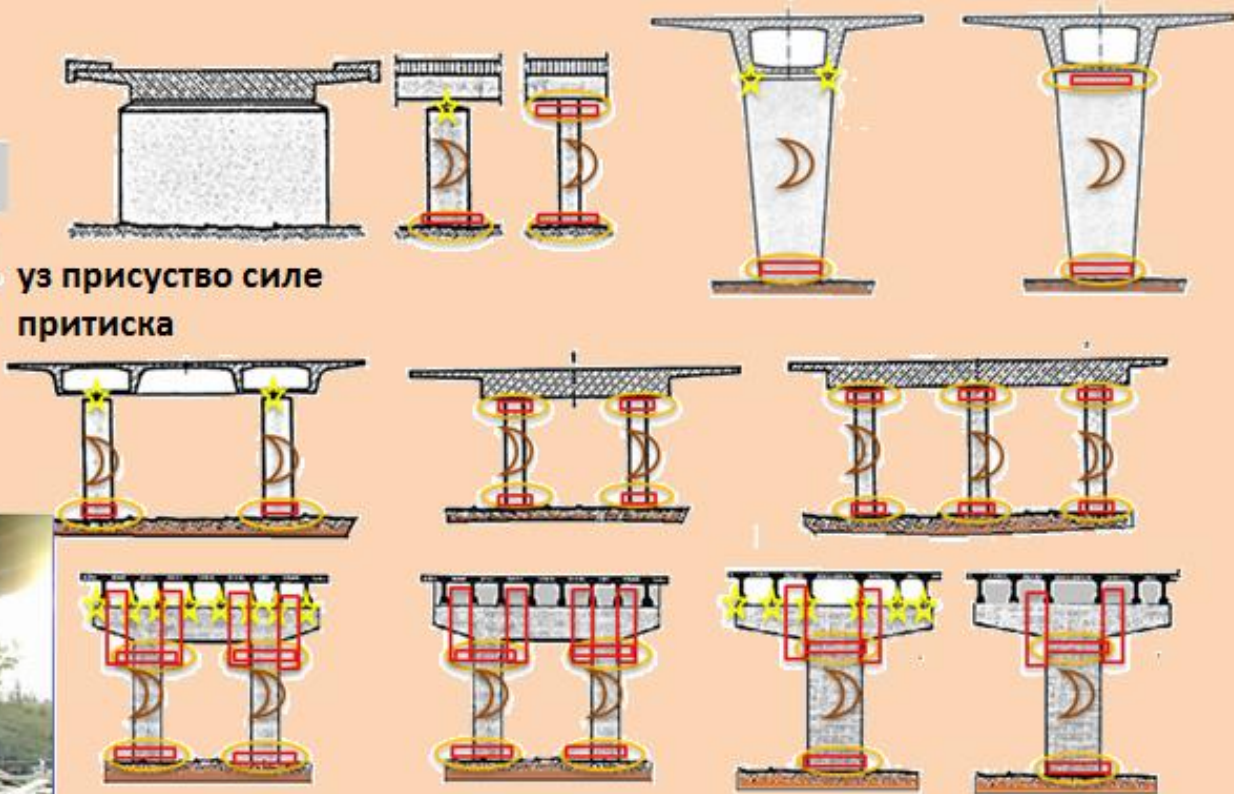


☆ **цепање**

— **смицање**
○ **савијање**

— **смицање**

⤿ **извијање**



Приручници

- Текстуални са описима процедура
- Визуелни са описом оштећења
 - Типичне слике оштећења
- http://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/publikacije/prirucnik_za_pregled_mostova.pdf



Прогноза стања

- Прогноза
 - Феноменолошки - Математички модели физичко-хемијски процеса пропадања
 - Статистички на бази већ изведених инспекција
- Детерминистички
 - Крива пропадања
 - Права са константном стопом пропадања
- Пробабилитички
 - Марковљеви ланци

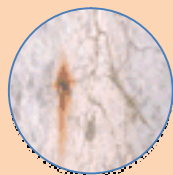
Марковљев процес пропадања



”апсорбно
стање”



Без видљивих
знакова
оштећења



Видљиве мрље
од корозије



Деламинација и
делимично
љуштење



Значајно
љуштење и
огољена
арматура



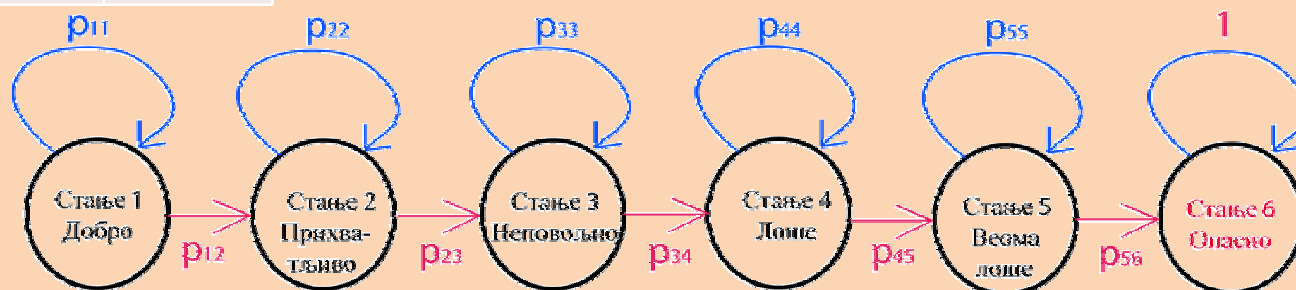
Губитак
челичног
пресека

Марковљев ланац пропадања елемената моста

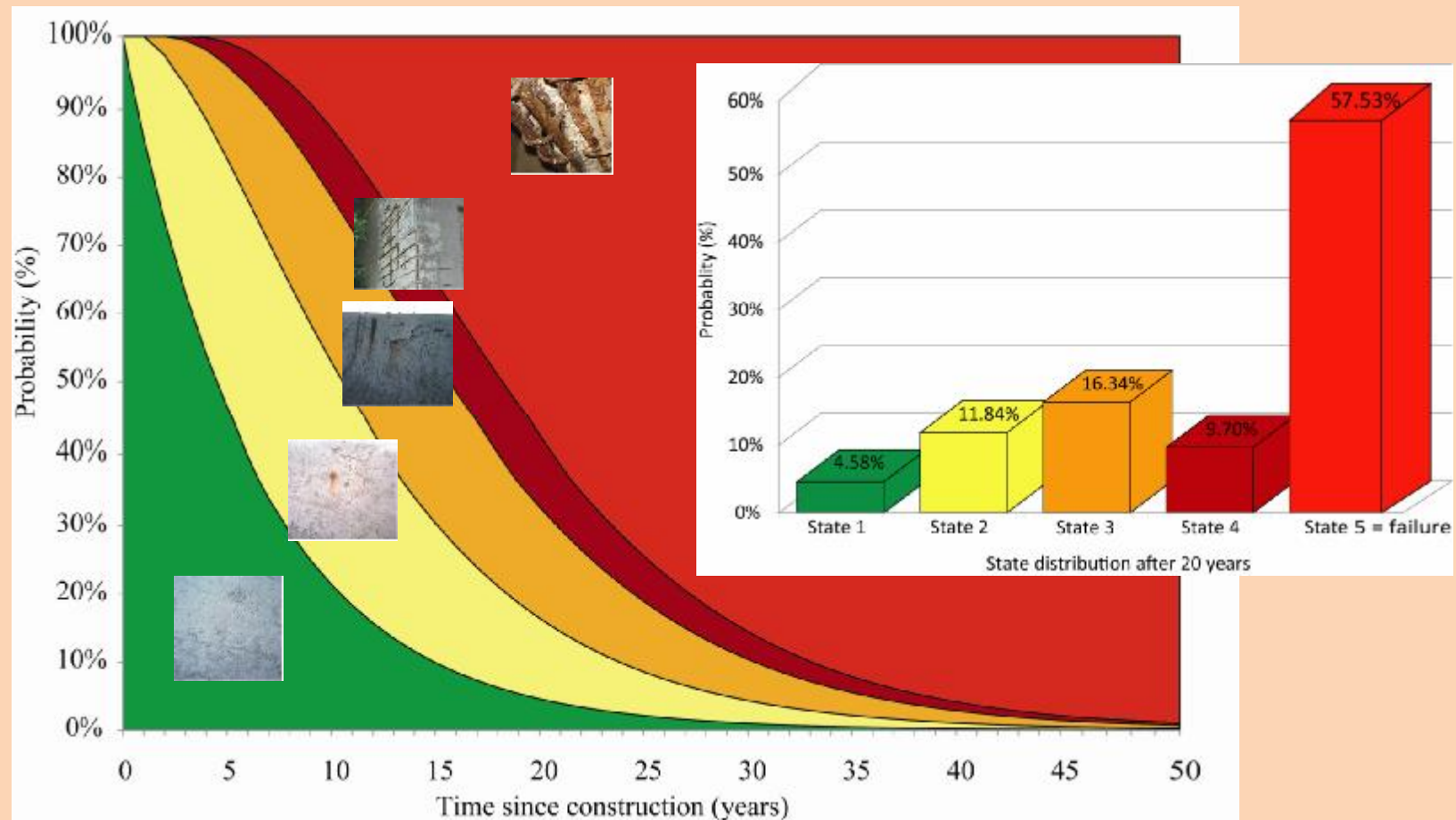
- Дискретни Марковљев процес
- Статистичке обраде постојећих података \Rightarrow вероватноћа преласка.

Елемент	Опис у БПМ	Класа стања
Носећи елементи	Добро (1)	1
	Прихватљиво (5)	2
	Неповољно (10)	3
	Лоше (15)	4
	Веома лоше (20)	5
	Опасно (100)	6

$$\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{55} & p_{56} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Криве пропадања



Марквлъев модел за елементе суперструктуре

