



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): **САНАЦИЈЕ, РЕКОНСТРУКЦИЈЕ И
ОДРЖАВАЊЕ БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА
(м0к1сб)**

Наставник : **В. Проф. Др Снежана Машовић**

Наслов предавања: **Оцена стања конструкције/објекта**

Датум : **09.11.2022.**

Правни оквир

- Одговорност власника објекта
 - Обавеза одржавања
- Начин одржавања треба да дефинишу грађевински прописи нпр. З А К О Н О ПЛАНИРАЊУ И ИЗГРАДЊИ ("Службени гласник РС", бр. 72/09):
- **"Текуће (редовно) одржавање"** објекта јесте извођење радова који се предузимају **ради спречавања оштећења која настају употребом објекта или ради отклањања тих оштећења**, а састоје се од прегледа, поправки и предузимања превентивних и заштитних мера, односно сви радови којима се обезбеђује одржавање објекта на задовољавајућем нивоу употребљивости, а радови на текућем одржавању стана јесу кречење, фарбање, замена облога, замена санитарија, радијатора и други слични радови;
- **"Инвестиционо одржавање"** - извођење грађевинскозанатских, односно других радова зависно од врсте објекта у циљу побољшања услова коришћења објекта у току експлоатације-
- **"Реконструкција"** јесте извођење грађевинских и других радова на објекту, којима се: утиче на стабилност и сигурност објекта; мењају конструктивни елементи или мења технолошки процес; **мења спољни изглед објекта**; повећава број функционалних јединица; утиче на безбедност суседних објеката, саобраћаја и животне средине
- **"Санација"** јесте извођење грађевинских и других радова на постојећем објекту којима се врши поправка уређаја, постројења и опреме, односно замена конструктивних елемената објекта, **којима се не мења спољни изглед**, не утиче на безбедност суседних објеката, саобраћаја и животне средине...
- **"Доградња"** - извођење грађевинских и других радова којима се изграђује **нови простор ван постојећег габарита објекта**, као и **надзиђивање објекта**, и са њим чини грађевинску, функционалну или техничку целину;
- **"Адаптација"** - извођење грађевинских и других радова на постојећем објекту, којима се: врши промена организације простора у објекту, врши замена уређаја, постројења, опреме и инсталација истог капацитета, а којима се не утиче на стабилност и сигурност објекта, **не мењају конструктивни елементи, не мења спољни изглед** и не утиче на безбедност суседних објеката, саобраћаја, заштите од пожара и животне средине;
- **АЛИ : Грађевински прописи у Србији а делимично у целој Европи регулишу новоградњу**
- Примена за одржавање често нејасна

Нове / постојеће конструкције

Нове конструкције

- ПРОЈЕКТОВАЊЕ

- Савремени прописи
(н.пр. Еврокодови)
- "Утабане стазе"
- Економска разматрања

Постојеће конструкције

- ОДРЖАВАЊЕ

- Економска разматрања
- Прописи?
- Изазов за инжењере!
- ***Санцијом се не може бавити онај који не зна да направи нову конструкцију.***

Технички прописи за пројектовање

- Усклађени са нивоом сазнања
- Препоруке и измене прописа на основу проучавања немилих догађаја
- Форензичко инжењерство
 - колапс конструкције
 - извештаји
- Учити на грешкама – промене прописа за пројектовање



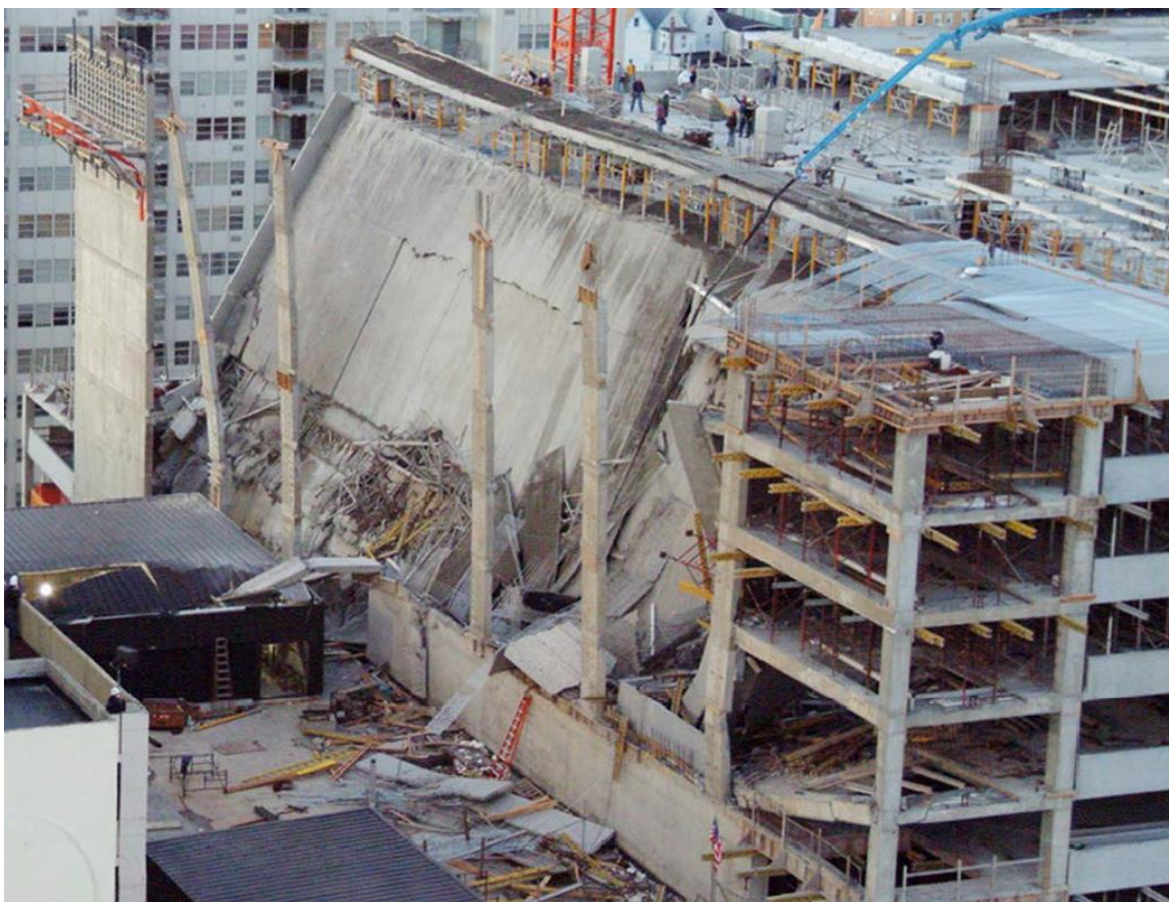
Мост KOROR-BABELDAOB

Република Палау



Концепцијски недостатци основног пројекта;
Пропусти током санације

Пропусти у извођењу



Детаљи веза греда и таваница нису изведени по пројекту

Неадекватна употреба



Преоптерећење

Рига - Новембар 2013
51 жртва
(повећано оптерећење
на крову)



Земљотрес



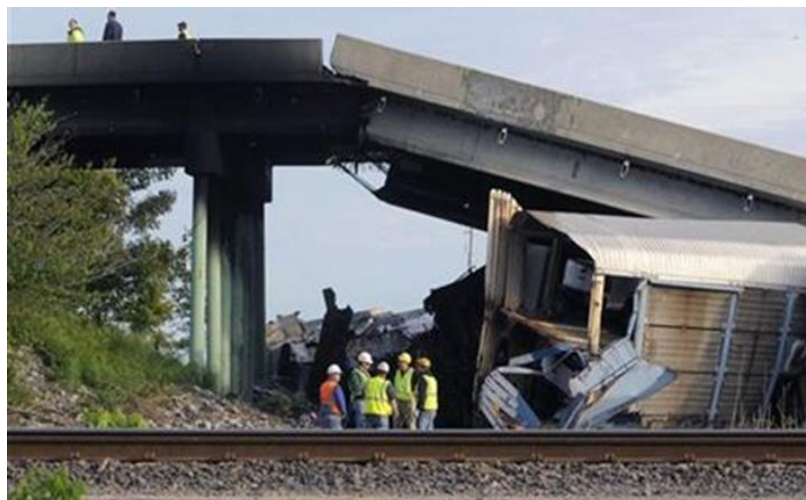
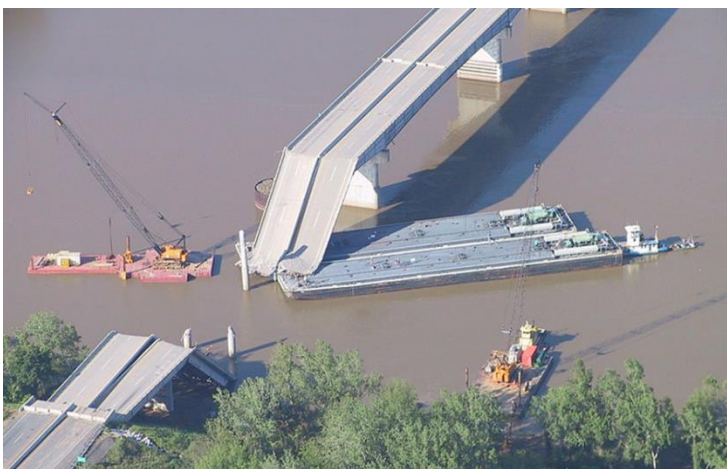
Поплаве



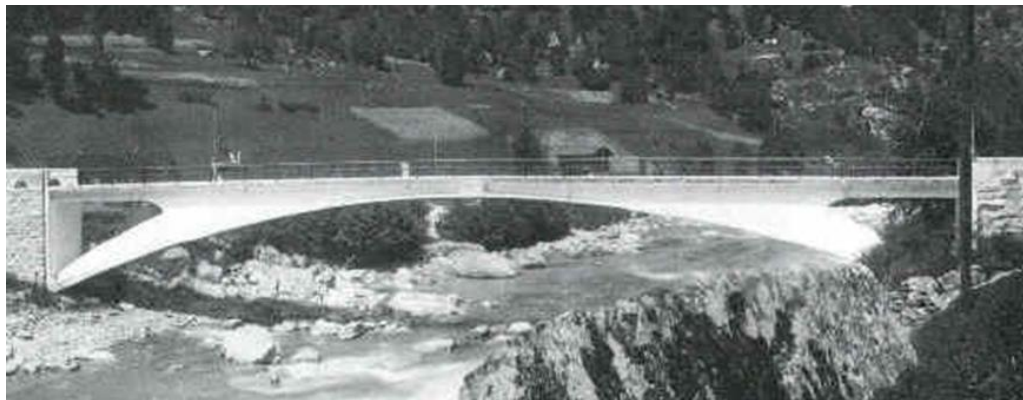
Пожар



Удар



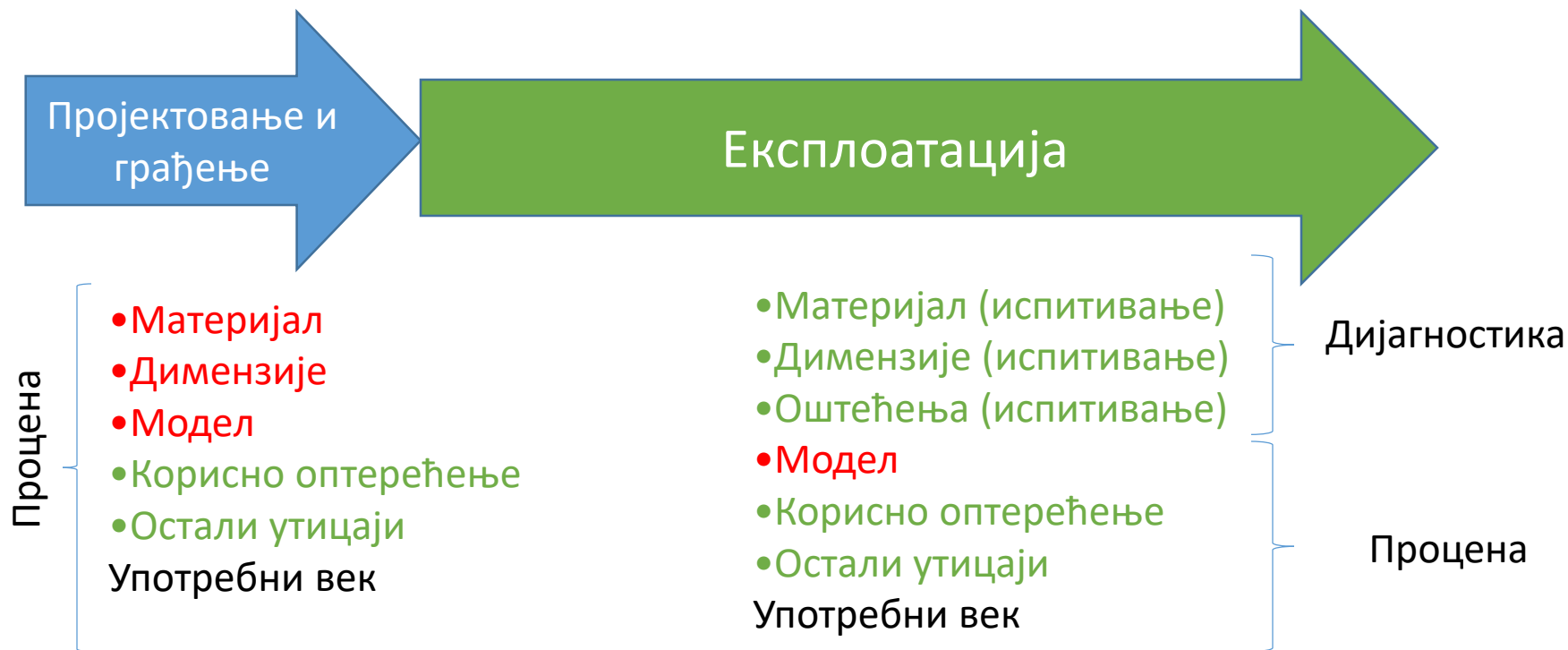
Лавине и одрони



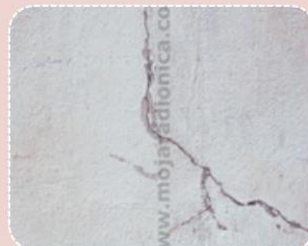
Није колапс конструкције АЛИ...



Животни век конструкције - неизвесности и грешке



Процес управљања објектом



Знаци упозорења
Прлине,
Одламање,
Корозија,
Трагови воде,
Вибрације,
Деформације
...



Процена стања
Преглед,
Контролни прорачун



Извођење радова
Адаптација,
Доградња
Реконструкција,
Санација

Кораци у одржавању

Констатовање чињеница
Дијагностика проблема



Преглед

Формулисање математичког модела
Оцена опасности за
предвиђени/преостали век трајања



Процена
стања

Одређивање технички прикладне
мере одржавања
Оцена исплативости
Израда пројекта



Припрема и
спровођење
мера

Дијагностика и процена

Дијагностика

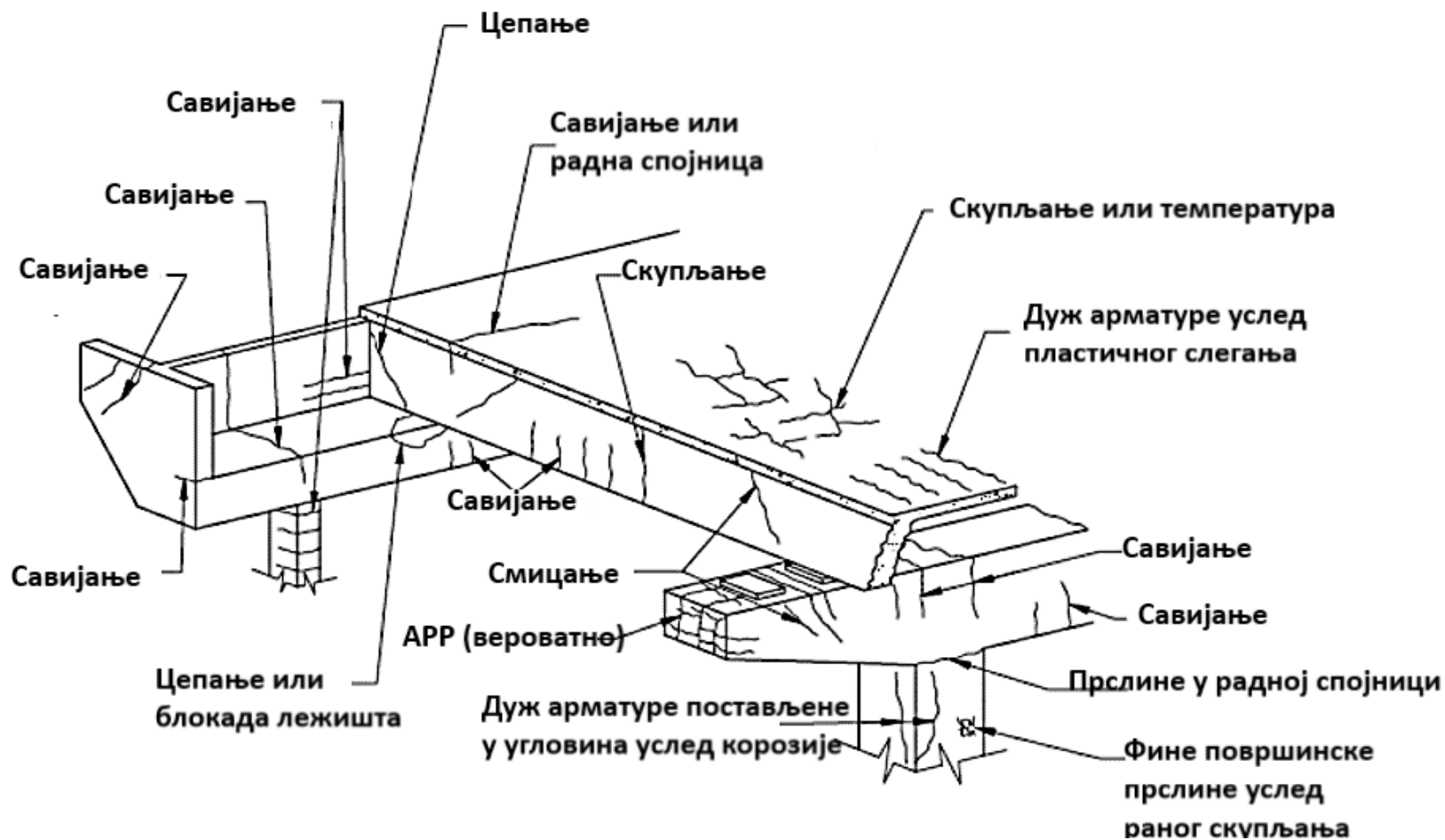
- Познавање постојећег објекта
- Налажење узрока проблема
 - Старење материјала
 - Процеси пропадања: хемијски и физички процеси
 - Историја оптерећења објекта

Процена

Процена се ради како би се одредило које конструкције су изложене неприхватљивом степену ризика како би се могле предузети одговарајуће акције: ојачање, ограничење употребе или чак рушење.

- Актуелизација носивости
- Актуелизација утицаја
- Потребне мере одржавања
- Процена трошкова

Пример - дијагностификовања



Прикупљање података о конструкцији

- Историјски и ажурни подаци о објекту су од изузетне важности
- Архиве – најчешће непотпуне
- Трошкови налажења података могу бити врло високи
- Компаративна предност компанија које имају добру архиву



- Електронске базе података
- У Србији постоји таква база за друмске мостове већ неких 30 година

- По могућности прикупити податке о објекту (пројектант, извођач, година пројектовања/извођења)
- Главни пројект конструкције (доступан?)
- Извођачки пројекат (доступан?)
- *Подаци о променама које су наступиле током употребе конструкције (записници са претходних прегледа и санација)*
- **Одговарају стању на терену!?**
- Утврдити стање на терену (преглед)

Преглед конструкције

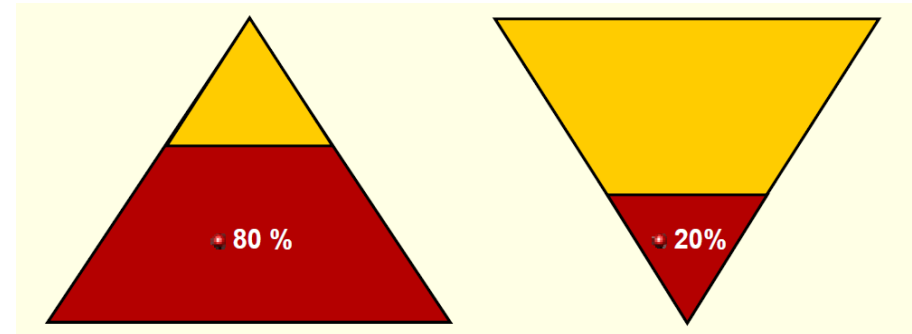
- Праћење
 - Посматрање (често неформална и површна активност)
 - Инспекција (преглед)
 - Редовна мера (најчешће визуелни преглед објекта)
 - Контролна мерења
 - Функционална контрола (Код покретних конструктивних делова)
- Детаљно испитивање
- Скупљање података које омогућавају поуздану оцену стања моста у односу на:
 - Трајност
 - Функционалност
 - Носивост
- Евиденција свих релевантних оштећења
- Уношење у базу података (ажурирање базе)

Редовни (главни) прегледи у Србији

- 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.
- Правилник о техничким нормативима за редовно одржавање мостова (1992):
 - Контролни (2 пута годишње)
 - Редовни прегледи (сваке две године) - Преглед носеће конструкције
 - Главни прегледи (сваких 6 година) - Преглед носеће конструкције са геодетским мерењима
 - Ванредни према потреби -(Прегледи критичних елемената =међуинспекције)
- У свету: 5 до 6 година (САД (мостови): сваких 2 године)
- Визуелне инспекције тј. коришћење наших *чула* и лаке опреме
- *Вида (уочавање оштећења, једноставна мерења)*
- *Слух (деламинација)*
- *Додир (откривање прлина и неравнина)*
- *Мирис (присуство хемикалија и органских материја)*
- *Укус (присуство соли)*
- Дурбин, лупа, чекић, лампа, склопиви метар
- Прибор за пењање, мердевине
- Фотоапарат, видео камера, ендоскоп
- Ласерски мерач одстојања
- Мерач ширине прлине, лупа за мерење ширина прлина
- Термометар, хигрометар
- Нивелман, либела
- Мерач зазора лежишта
- Склерометар(Schmidt-ов чекић)
- рН индикатор (фенофталеин)
- Мерач дебљине заштитног слоја, апарат за детекцију арматуре
- Опрема за теренско испитивање хлорида (Rapid chloride tester)

Значај визуелног прегледа

- Геометрија и димензије пресека,
- Изглед и разлике у боји површине конструкције,
- Појава прслина њихова величина и распоред,
- Знаци деградације материјала на површини конструкције,
- Деформације конструкције,
- Влажне површине (процуривање воде)



Прикупљене информације Трошкови



Припрема прегледа

- Шта прегледамо?
- Опште стање
- Познавање конструкције
 - Места где се очекује почетак деградације или оштећења
 - Конструкцијски елементи чија је оправка скупа или врло захтевна
- Критична елементе и области на њима (локацирање оштећења)
- Карике ланца - прогресивни колапс
- Парцијални колапс – функционалност
- Елементе од значаја за функционалност конструкције (опрема)

Предуслови

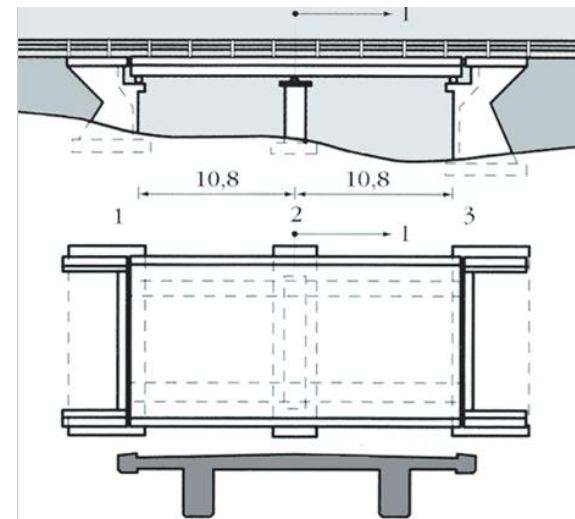
- Професионално знање и искуство
- Омогућени приступ

Познавање специфичности објекта

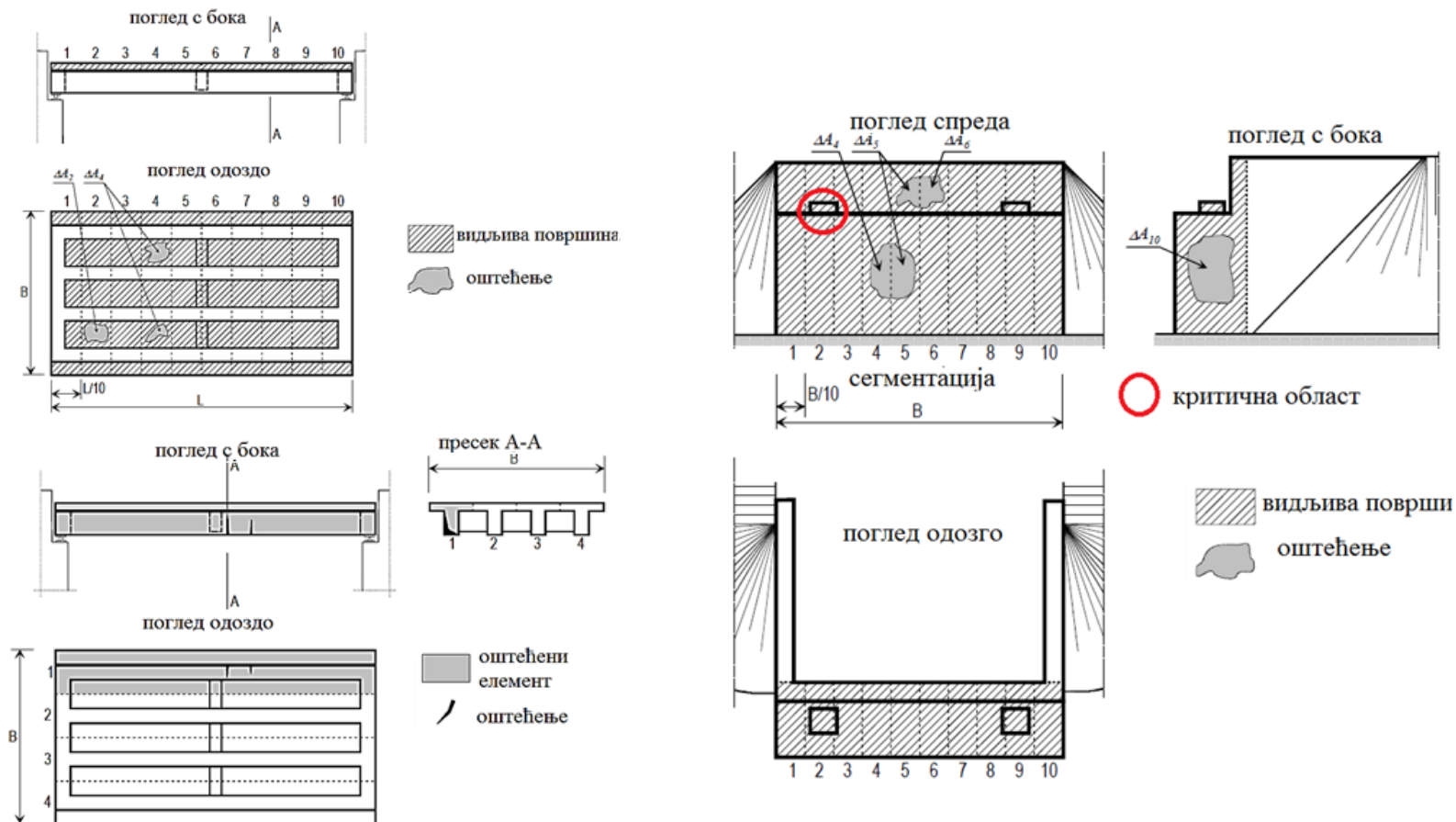
- Планови, статички прорачуни, претходни прегледи
- План посматрања

Скице и опрема

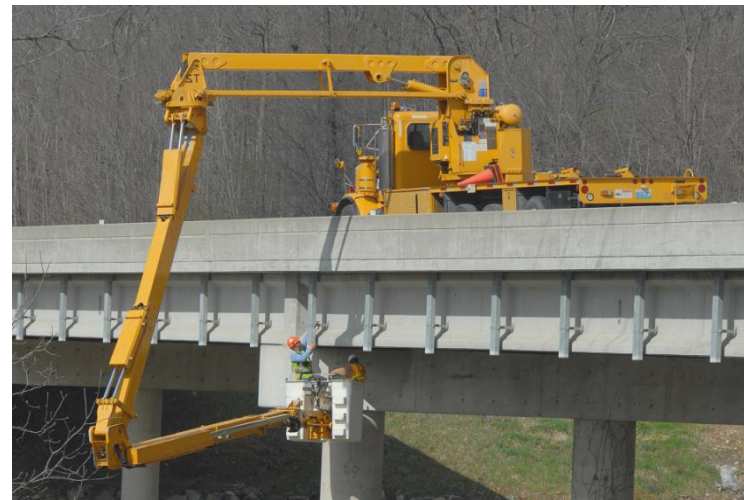
- Израдити скице целе конструкције и појединих делова
- Обезбедити опрему



Употреба припремљених скица



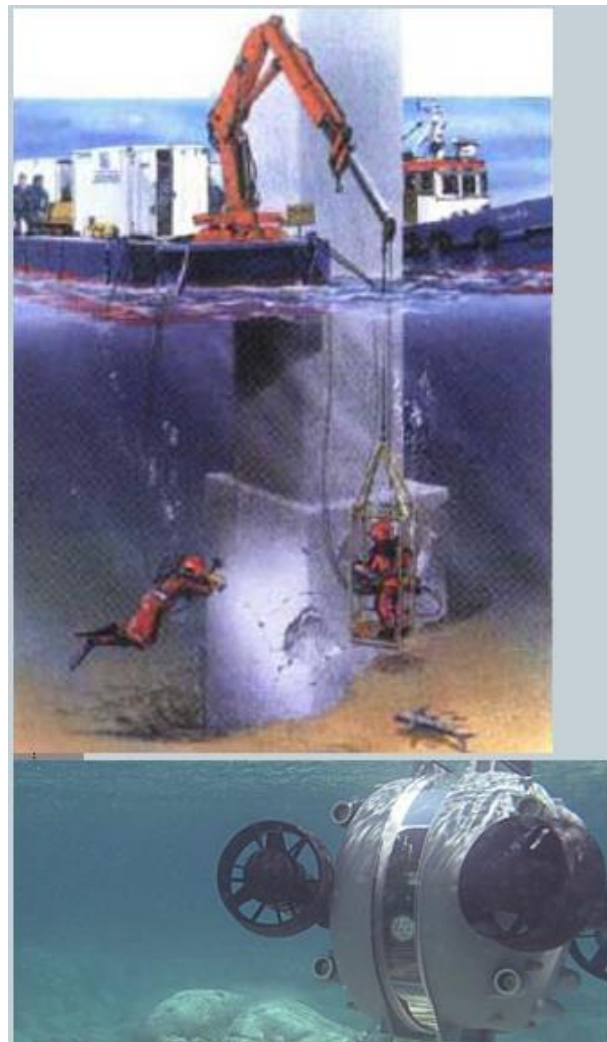
Опрема за преглед – специјална возила



Прегледи на висини и употреба дронова



Преглед под водом



Класификација поступака оцењивања

Оцена заснована на мерењима

- Ефекат дејста се одређује на основу директног мерења понашања конструкције а не на прорачунским моделима
- Гранична стања употребљивости

Оцене засноване на прорачунским моделима

- На основу прикупљених података о оптерећењима и конструкцији формира се прорачунски модел
- Гранична стања носивости и гранична стања употребљивости

Неформалне оцене

- Искуство и инжењерска процена на бази визуелног прегледа
- Описна квалитативна оцена с придруженим нумеричким вредностима
- Субјективне

Оцена стања

- Шта се оцењује? →Предмет оцењивања
 - Објект
 - Елементи
 - Оштећења
- Шта изражава оцена? →Хитност интервенције
 - *Тачно значење често нејасно / упоређења скоро немогућа*
 - Добро, прихватљиво, неповољно, лоше, врло лоше, опасно
 - Степен одступање од жељеног стања (као ново?)
- Квантификовање-> Анализа поузданости
 - Сигурност (носивост) и употребљивост (функционалност)

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 посебно када визуални прегледи не пружају довољно података
- Изводе најчешће специјализована предузећа
- Методе испитивања
 - Са разарањем
 - Без разарања (Non-destructive testing)
 - Обрада података
- Методе са разарањем
 - Испитивање цилиндричних узорака
 - Испитивање челичне арматуре
 - Уграђивање сензора
- Методе без разарања
 - Тест оптерећења (угиби)
 - Мерење електричног отпора бетона
 - Мерење пермеабилности бетона
 - Ехо удара
 - Мерење потенцијалног поља и корозивне струје
 - Георадар
 - Магнетни флуks

Тест оптерећења



Чврстоћа бетона

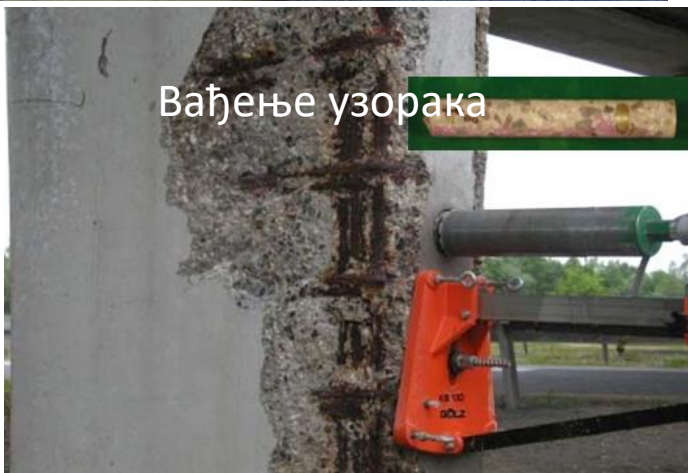
Schmidtov чекић - склерометар



PULL-OUT TEST - притисак



Вађење узорака



PULL-OFF TEST - затезање



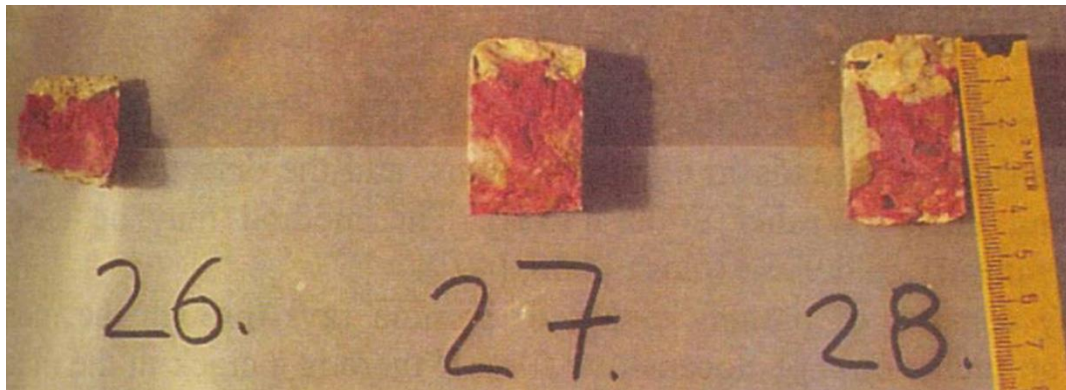
Пермеабилност бетона



Индикатор пропустљивости бетона на течности и гасове



Утицај агресивности средине



Дубина карбонатизације
Садржај хлорида (Rapid
chloride tester)



Преносива опрема за
испитивање на
бетонском праху са
објекта



Ултразвук



Ултразвучно
испитивање дебљине
коловозне плоче и
детекција шупљина



Мери се:

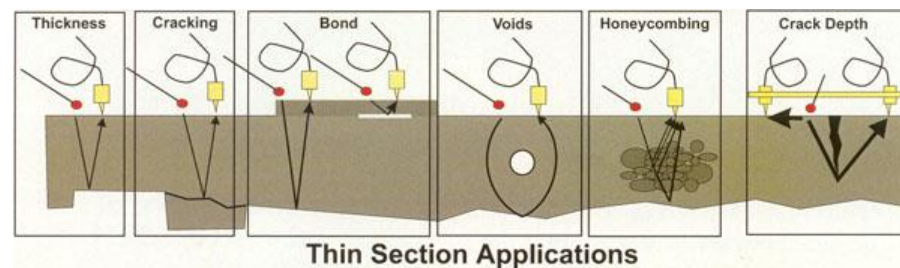
- Дебљина елемента,
- Откривање шупљина, пукотина неправилности збијености бетона
- Позиционирање арматуре
- Грешке у ињектирању каблова за претходно напрезање

Ехо удара IMPACT-ECHO TEST



Мери:

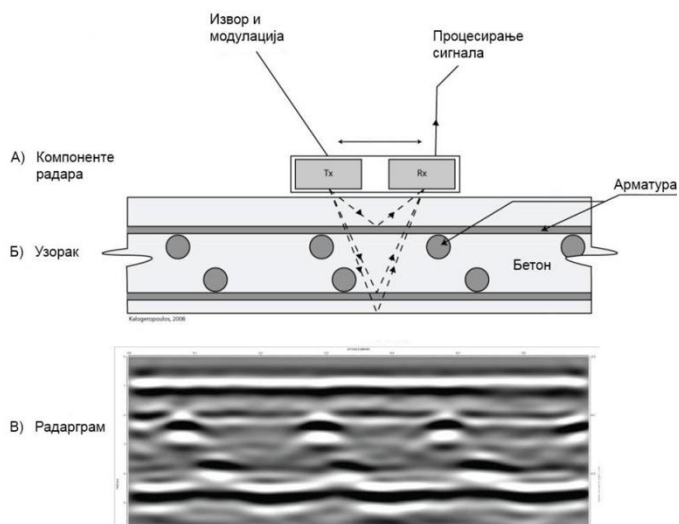
- Дебљину плоче,
- Постојање и положај и величину
 - Прслина
 - Шупљина
 - Индиректно и чврстоћу



Одређивање положаја и пречника арматуре



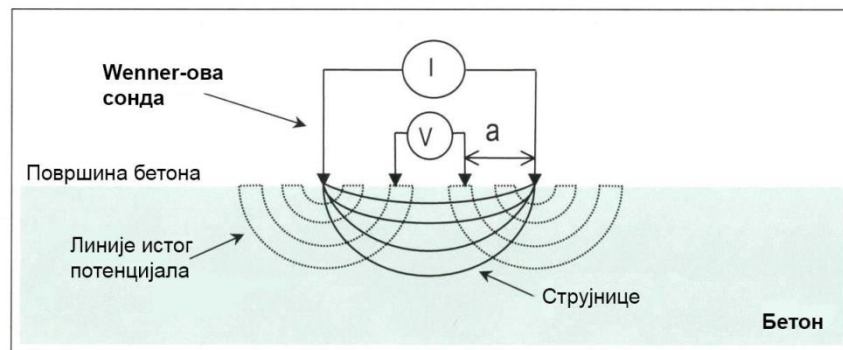
Concrete Cover Meter
Лоцира арматуру, мери
заштитни слој



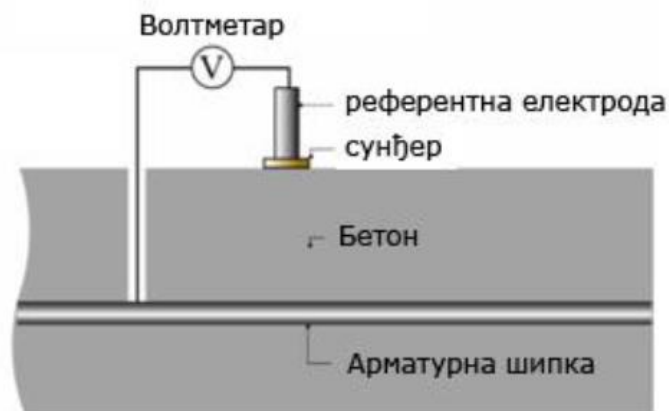
Георадар

Откривање корозије арматуре у бетону

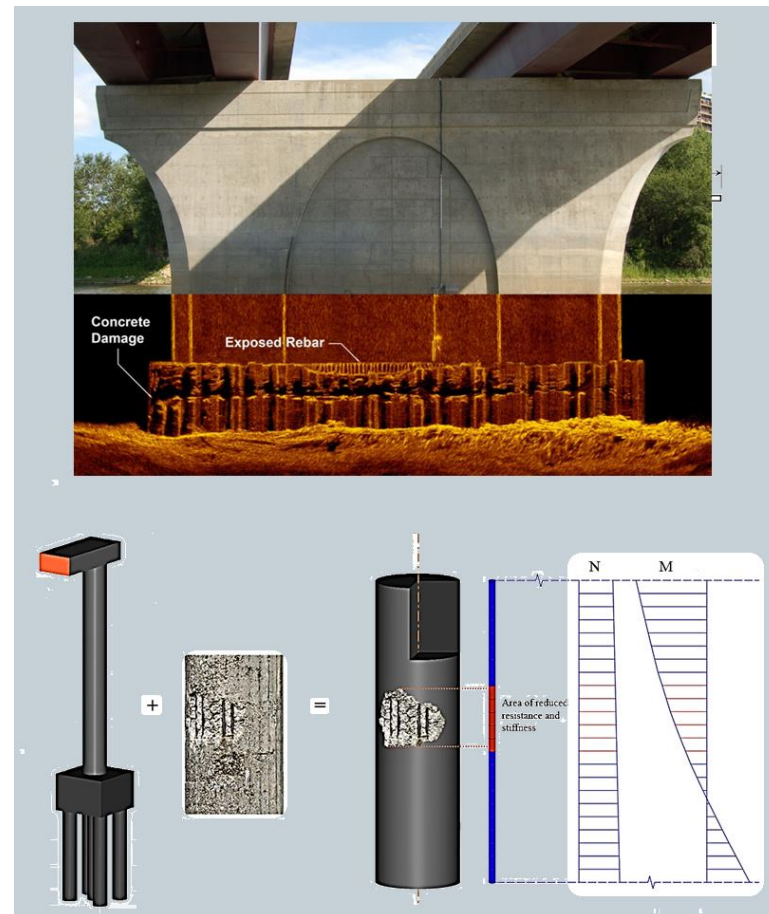
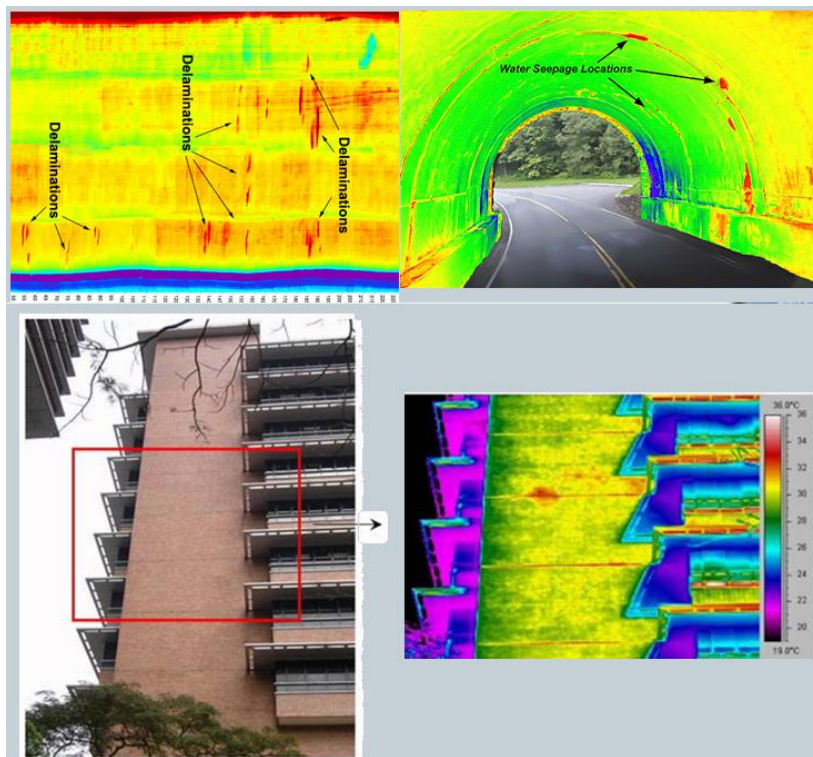
На бази електричног отпора
бетона



На основу потенцијала
електричног поља



Термографија/ Вискофреквентни сонер/ BIM



Одлука о даљим мерама

