

TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

- 6 -

UTJECAJ ODRŽAVANJA NA
TRAJNOST KONSTRUKCIJA

Utjecaj održavanja na trajnost konstrukcija

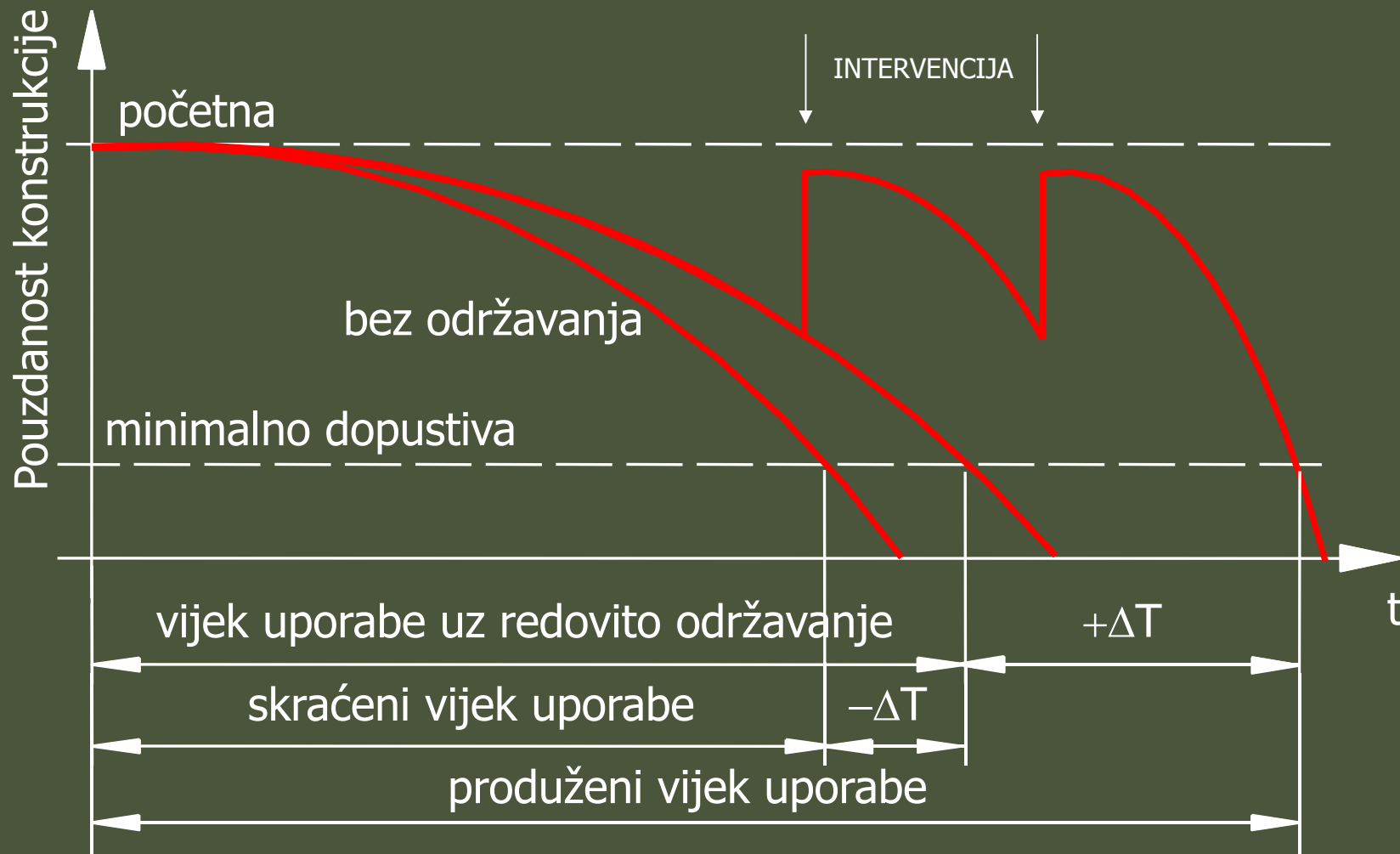
PROJEKTIRANJE
(konceptija,
proračun,
oblikovanje detalja i
konstrukcije)

IZVOĐENJE
(postupci i kvaliteta
izgradnje, izvedba
zaštite)

**POČETNA
RAZINA**
sigurnosti i
upotrebljivosti
i mosta

Što dalje,
nakon
završetka
izgradnje
?

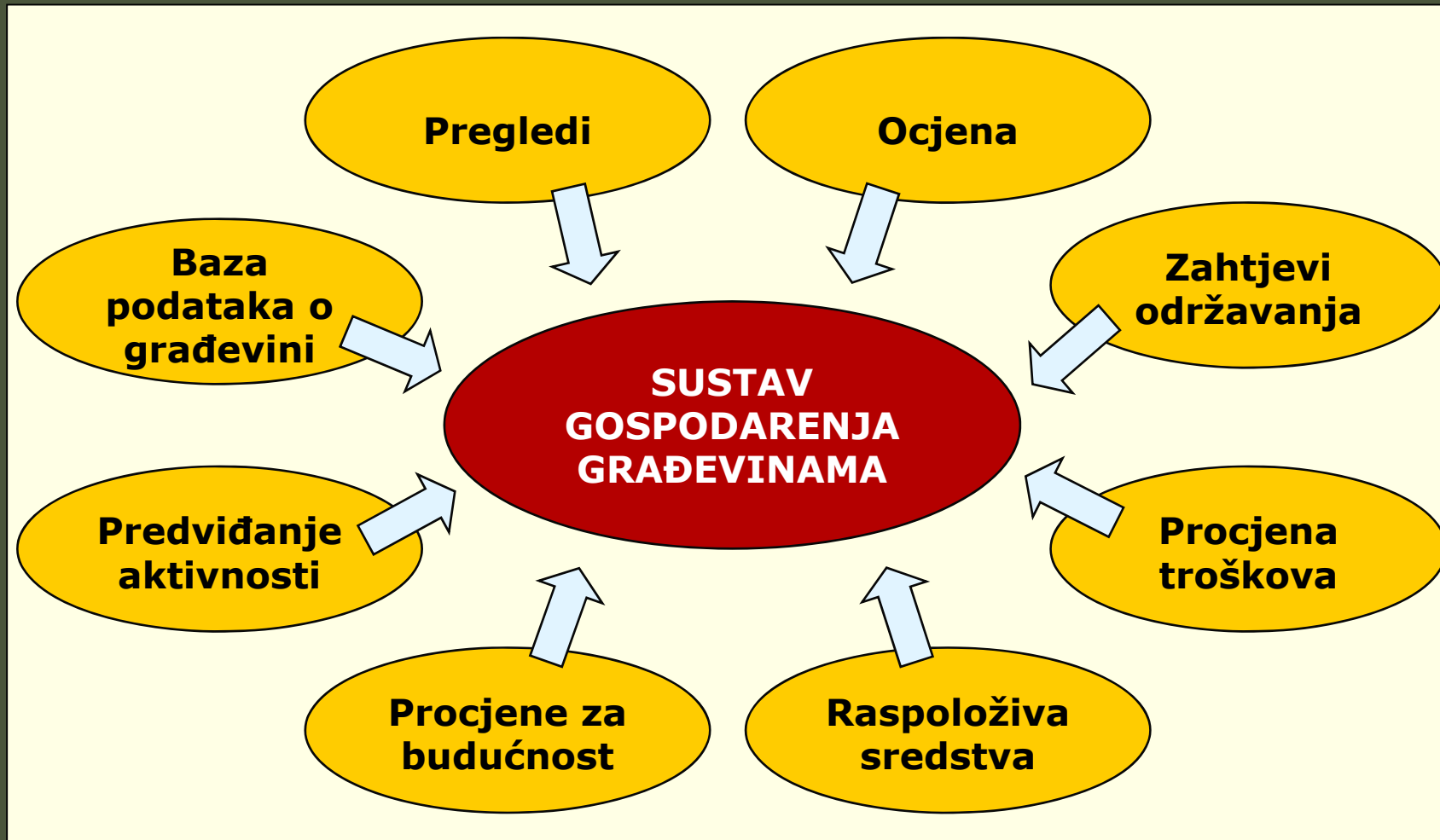
Kako po završetku izgradnje građevine osigurati minimalna potrebna svojstva što duže (tijekom čitavog vijeka uporabe)? → **ODRŽAVANJE !!**



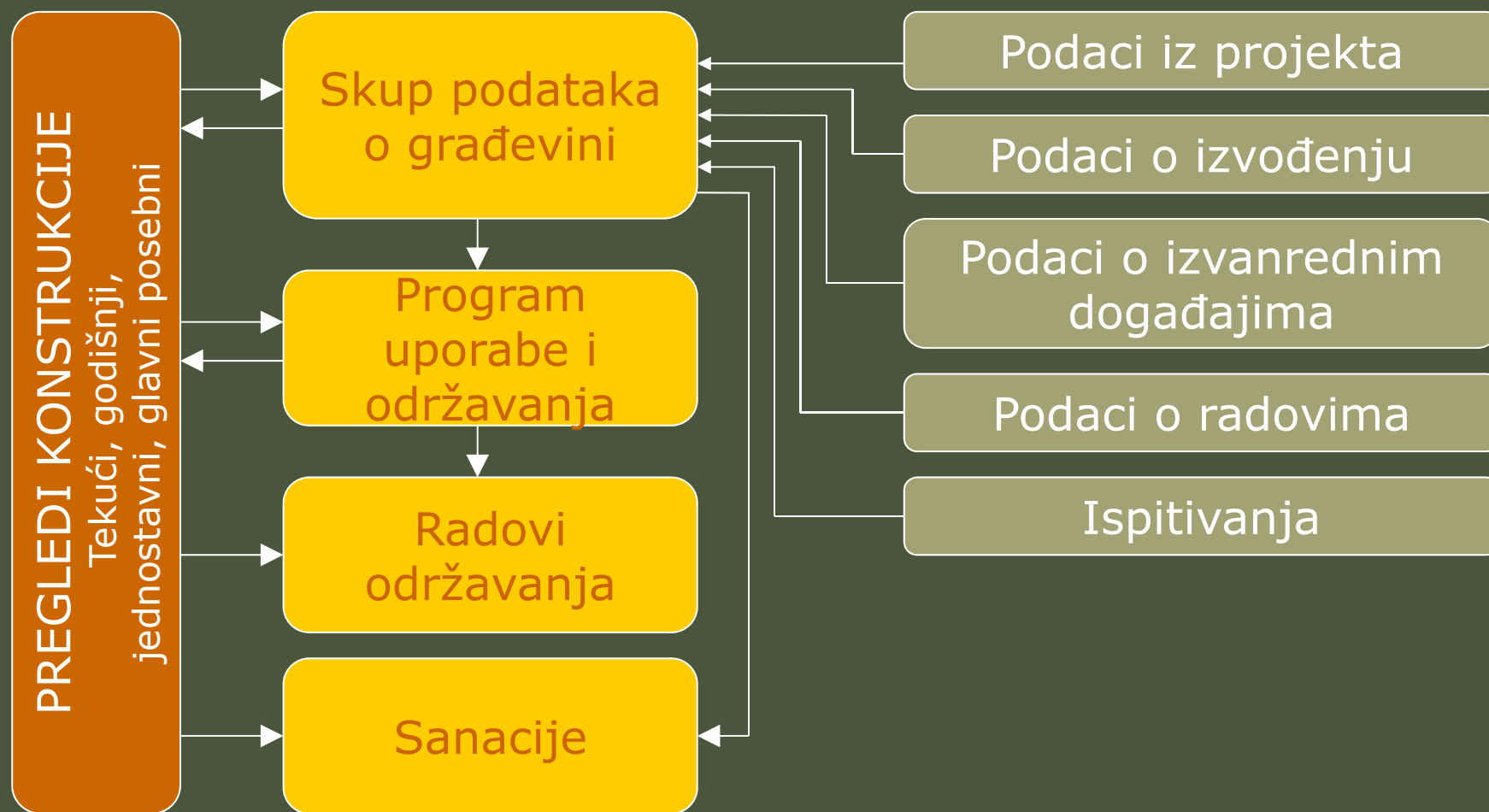
GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA

- Proces održavanja je puno širi od samih radova na konstrukciji, prerasta u sustav gospodarenja građevinama pod kojim podrazumijevamo skup sljedećih aktivnosti:
 - Prikupljanje, obradu i pohranjivanje podataka o konstrukcijama
 - Izradu i praktičnu provedbu programa korištenja i održavanja konstrukcija
 - Obavljanje pregleda po posebnom programu
 - Neposredne radove redovitog održavanja
 - Periodične radove obnove i izmjene uređaja i dijelova
 - Veće radove popravaka, sanacije i rekonstrukcije

GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA



Povezanost i međusobna uvjetovanost radova na održavanju



NEPOSREDNI RADOVI ODRŽAVANJA

KONTINUIRANE AKTIVNOSTI

- ČIŠĆENJE
 - Prometnih i drugih površina
 - Slivnika i drugih dijelova odvodnje
 - Prijelaznih naprava
 - Ležajeva

PERIODIČKE AKTIVNOSTI

- OBNOVA ZAŠTITE
 - Bojanje
 - Antikorozivna zaštita
- ZAMJENA ILI OBNOVA
 - Dotrajalih uređaja ili dijelova
- UREĐENJE I POPRAVAK
 - Kolničkih slojeva
 - Ležajeva
 - Ograda
 - stupišta

AKTIVNOSTI PREMA POTREBI

- POPRAVCI I ZAMJENA DIJELOVA:
 - Mehanički oštećenih elemenata
 - Dotrajalih elemenata

NEPOSREDNI RADOVI ODRŽAVANJA

KONTINUIRANE
AKTIVNOSTI



PERIODIČKE
AKTIVNOSTI



AKTIVNOSTI
PREMA POTREBI



Uređaji i pomagala za radove održavanja

□ Za osiguranje pristupa pojedinim dijelovima

- Voditi računa već pri projektiranju
- Omogućiti dostupnost i zamjenu vitalnih i lako trošivih ili oštećenjima podložnih dijelova

□ Kako?

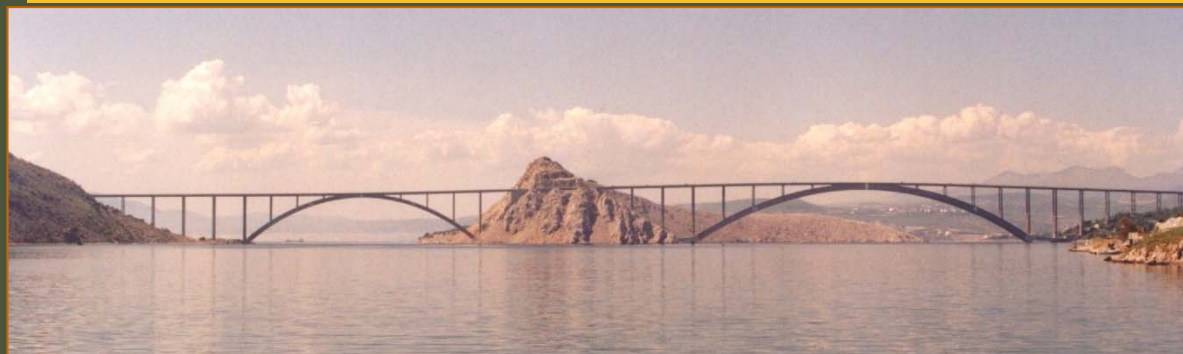
- Revizione staze
- Reviziona kolica
- Specijalna vozila s pokretnim dijelovima
- Skele koje se montiraju po potrebi

Uređaji i pomagala za radove održavanja



TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

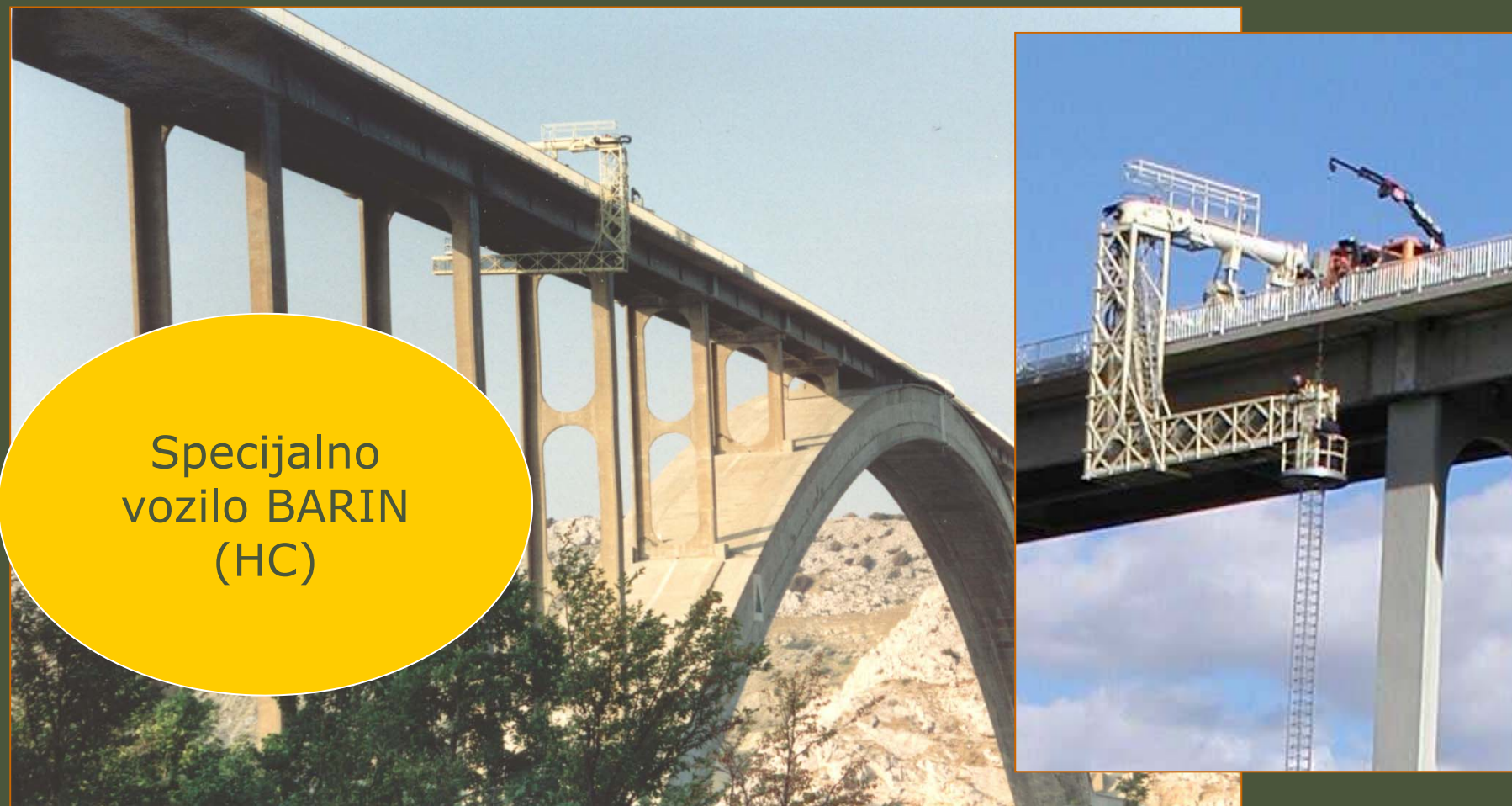
Uređaji i pomagala za radove održavanja



Posebna
konstrukcija
za pregled
Krčkog mosta



Uređaji i pomagala za radove održavanja



Uređaji i pomagala za radove održavanja

Pomoćne konstrukcije
za pristup dijelovima
zgrada



PREGLEDI KONSTRUKCIJA

■ CILJ?

- Kako bi se pravovremeno uočile promjene i oštećenja konstrukcije
- Kako bi se moglo pravovremeno poduzeti primjerene aktivnosti za poboljšanje stanja



PREGLEDI KONSTRUKCIJA

■ Razlozi provedbe

- nedovoljni podaci o svojstvima i stanju konstrukcije
- sumnja na propadanje materijala ili konstrukcije
- potreba procjene preostalog vijeka uporabe konstrukcije
- potvrda pretpostavki proračuna odnosno projekta konstrukcije ili predviđenog ponašanja konstrukcije tijekom uporabe
- definiranje ulaznih podataka za odabir optimalne strategije održavanja ili načina popravka

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

□ Podjela pregleda prema:

- Značaju
- Usmjerenosti
- Učestalosti
- Dijelovima konstrukcije koje obuhvaćaju

DIN 1076
pregledi mostova

Vrsta pregleda	God. izgradnje	1	2	3	4	5	6	dalje
Tekući		3x	3x	3x	3x	3x	3x	3x/god
Godišnji		●	●		●	●		1x/god
Opći				●				1x/3god
Glavni	●						●	1x/6god
Posebni		Prema potrebi						

Prvi pregled novoizgrađene građevine

- ❑ Od izuzetne važnosti jer omogućuje utvrđivanje promjena stanja i ponašanja konstrukcije
- ❑ Takvoga opsega da se kasnijim pregledima i ispitivanjima može utvrditi napredovanje oštećenja
- ❑ U HR u okviru probnog opterećenja mostova (a i za neke konstrukcije visokogradnje)
 - Vizualni pregled
 - Statičko opterećenje
 - Dinamičko opterećenje

Primjer: Istraživanje stanja Paškog mosta

- Izgrađen 1968. g. – provedeno statičko i dinamičko pokusno opterećenje
- Sredinom 80-ih ponovljeno statičko i dinamičko ispitivanje s opterećenjima identičnim onim iz pokusnog opterećenja
- 25% veći progibi – ukazalo na alarmantno stanje konstrukcije



PREGLEDI KONSTRUKCIJA

RUTINSKI PREGLED

OPĆI PREGLED

GLAVNI PREGLED

POSEBNI PREGLED

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

RUTINSKI PREGLED

- ❑ Tekući i godišnji (kontrolni) pregledi
- ❑ U okviru redovitog pregleda dionice ceste ili redovitog održavanja građevine
- ❑ Uočavanje značajnih oštećenja konstrukcije ili nemogućnosti nesmetane uporabe (obavijestiti nadležnog inženjera i postaviti oznake upozorenja)
- ❑ Provjera pravilnog rada brže trošivih dijelova (odvodnje)
- ❑ Vizualni pregled
- ❑ Prvenstveno ocjena elemenata o kojima ovisi udobnost i sigurnost uporabe konstrukcije

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

OPĆI PREGLED

- ❑ U vremenskim razmacima 2-3 godine
- ❑ Stručno osposobljeno osoblje pod nadzorom iskusnog inženjera
- ❑ Vizualni pregled + jednostavnija ispitivanja dostupnih dijelova (bez posebne opreme)
- ❑ Cilj: utvrditi oštećenja koja mogu utjecati na nosivost, uporabljivost ili imaju negativan učinak na okoliš
- ❑ Utvrditi elemente koji zahtijevaju popravak do sljedećeg pregleda, potrebu za dodatnim pregledima i ispitivanjima
- ❑ Izvještaj o općem pregledu: opis dijela konstrukcije, vrsta i stupanj oštećenja, veličina zahvaćenog područja, lokacija

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

GLAVNI PREGLED

- ❑ Obično svakih 5-6 godina
- ❑ Cilj:
 - prikupiti detaljna informacije o ukupnom stanju građevine,
 - stanju pojedinih dijelova,
 - ocijeniti nosivost i uporabljivost,
 - dati preporuke za redovno i izvanredno održavanje
- ❑ Omogućiti pristup svim dijelovima: posebne konstrukcije i oprema
- ❑ Vizualni pregled + mjerenja kojima se utvrđuje ponašanje konstrukcije pri uporabnom opterećenju + ispitivanja materijala
- ❑ Izvještaj o glavnom pregledu: opis dijela konstrukcije, vrsta i stupanj oštećenja, veličina zahvaćenog područja, lokacija

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

GLAVNI PREGLED

- GLAVNI PREGLED NAKON IZGRADNJE
 - Otkriti sve nedostatke i oštećenja konstrukcije koja su nastupila tijekom izgradnje
 - Utvrditi možebitna nepovoljna konstrukcijska rješenja
 - Utvrditi moguće izvore degradacije i oštećenja u budućnosti
- GLAVNI PREGLED PRIJE ISTEKA JAMSTVENOG ROKA
 - Kontrola uspješnosti izgradnje i izvršenih popravaka
 - Utvrditi jesu li se na konstrukciji javila nova oštećenja ili nedostaci
 - Identificirati sve izvore degradacije konstrukcije kako bi se planiralo daljnje održavanje

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

POSEBNI PREGLED

- ❑ Ako je tijekom glavnog ili općeg pregleda uočeno znatnije oštećenje ⇒
podrobni detaljni pregled
- ❑ Detaljno istraživanje i ocjena vrste, stupnja, raširenosti i uzroka
prethodno uočenog oštećenja: usmjerenost na pojedinačne elemente
- ❑ Ispitivanja na licu mjesta i laboratorijska ispitivanja
- ❑ Preporuke za prikladnu metodu popravka ili aktivnosti koje valja
provesti

PREGLEDI KONSTRUKCIJA

POSEBNI PREGLED

- ❑ Ispitivanja na licu mjesta:
 - Čvrstoće betona
 - Debljine zaštitnog sloja
 - Mjerenje elektrokemijskog potencijala,
 - Propusnosti betona,
 - Dubine karbonatizacije
 - Izmjere poprečnog presjeka
- ❑ Laboratorijska ispitivanja:
 - Sadržaj klorida
 - Alkalnost betona
 - Čvrstoće betona
 - Elektrokemijska svojstva
 - ...



PREGLEDI KONSTRUKCIJA

POSEBNI PREGLED

- ❑ Posebni pregledi nakon izvanrednih događaja (potresi, udari, poplave)
- ❑ Posebni pregledi u cilju utvrđivanja sigurnosti konstrukcija na određeno izvanredno opterećenje ili posebnu funkciju



PREGLEDI MOSTOVA

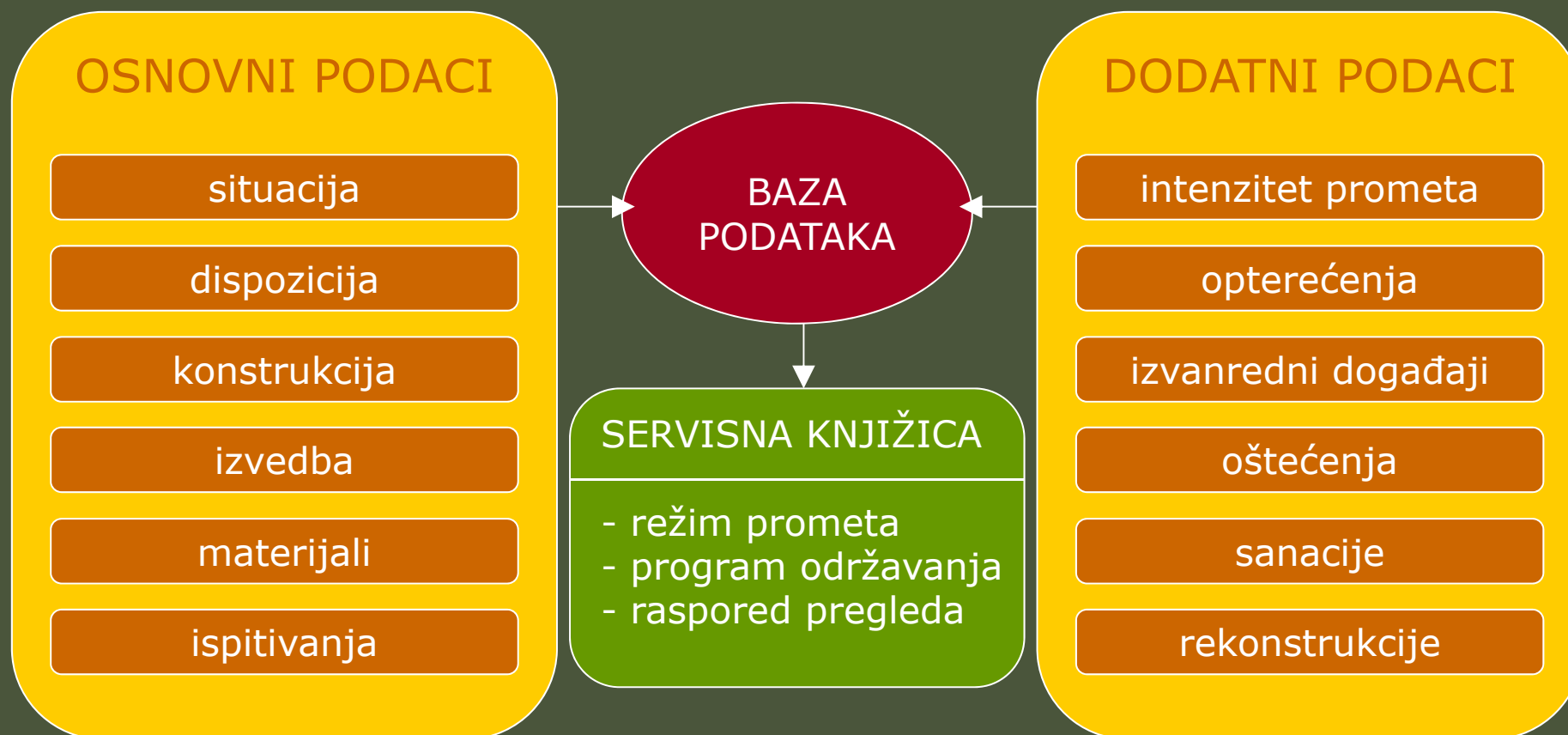
- Potrebni precizni kriteriji za ocjenu uočenih pojava i jasan cilj - rezultati pregleda trebaju biti:
 - Ocjena da li most udovoljava svim postavljenim zahtjevima do narednog pregleda
 - Plan dodatnih ispitivanja
 - Troškovnik popravaka koje je potrebno provesti u zadanom roku
 - Potrebe ograničenje prometa

BAZA PODATAKA I SERVISNA KNJIŽICA KONSTRUKCIJE

- ❑ Za pravilno održavanje i uporabu potrebni su
 - podatci o građevini iz projekta,
 - podaci o zbivanjima vezanima za građevinu

- ❑ Sve više se radi na potrebi formiranja jednog cjelovitog informatičkog sustava koji bi
 - uključivao najvažnije podatke o svim građevinama na određenom području,
 - bio tako koncipiran i vođen da bi bio jednostavan za svakodnevnu primjenu s obzirom na potrebe održavanja i korištenja građevina.

BAZA PODATAKA I SERVISNA KNJIŽICA KONSTRUKCIJE



Primjer iz sustava gospodarenja mostovima

BAZA PODATAKA I SERVISNA KNJIŽICA KONSTRUKCIJE



- sustav gospodarenja građevinama obuhvaća i:
 - postupke za objektivnu ocjenu stanja i ocjenu nosivosti konstrukcije
 - postupke optimalizacije održavanja, popravaka i sanacija
 - organizacija i povezivanje svih odluka i aktivnosti koje se odnose na određenu građevinu (projektiranje, održavanje, sanacija i zamjena)
 - postupke za analizu stanja na razini čitave skupine građevina kojima se gospodari.

PRIMJER PLANA ODRŽAVANJA GRAĐEVINE:

Izvadak iz servisne knjižice Mosta preko Rijeke dubrovačke



Pregled:	Kontrolni	Opći	Glavni
Ustanoviti: (cilj pregleda)	•prometnu sigurnost •djelotvornost opreme •indikativne pojave	•geometriju •stanje svih dijelova •sva oštećenja	•sigurnost građevine •uzroke oštećenja
Dinamika:	tri puta godišnje: 15.01. 15.07. 15.10.	jednom godišnje: 15.04.	•prije isteka jamstvenog roka •svake šeste godine
Vršitelji	inženjer	inženjer + 2 pomoćnika	Inženjeri, 2 pomoćna inženjera, pomoćno osoblje
Predvidivo trajanje (samo radovi na mostu):	3 sata	3 dana	6 radnih dana
Sredstva:	Protokol, metar, fotoaparat, dalekozor	kao tromjesečni + vozilo	kao tromjesečni + vozilo + privremena signalizacija
Zatvaranje prometa:	ne	djelomično (1 trak)	višekratno, po nekoliko sati
Obavezna ispitivanja: (vanjski suradnici)		•geodetska •pomaci temelja (tijekom prvih 10g)	•geodetska •pomaci temelja •dinamičko ispitivanje

SANACIJE I REKONSTRUKCIJE

- *Obimniji radovi kojima značajno utječemo na podizanje razine sigurnosti i/ili upotrebljivosti. Kada?*

- Ako je

- ugrožena sigurnost ili
- ograničena upotrebljivost konstrukcije



POPRAVCI (SANACIJE)

⇒ utječe se na
ispunjavanje bitnih
zahtjeva na građevinu

- Ako se jave

- znatnije izmjene prometnih potreba,
- prenamjena namjene građevine ili tehnološkog procesa,
- potreba za dograđivanjem, nadograđivanjem, uklanjanjem vanjskog dijela građevine



REKONSTRUKCIJE

utječe se na ispunjavanje
bitnih zahtjeva na
građevinu + promjena
usklađenosti građevine s
lokacijskim uvjetima

SANACIJE I REKONSTRUKCIJE

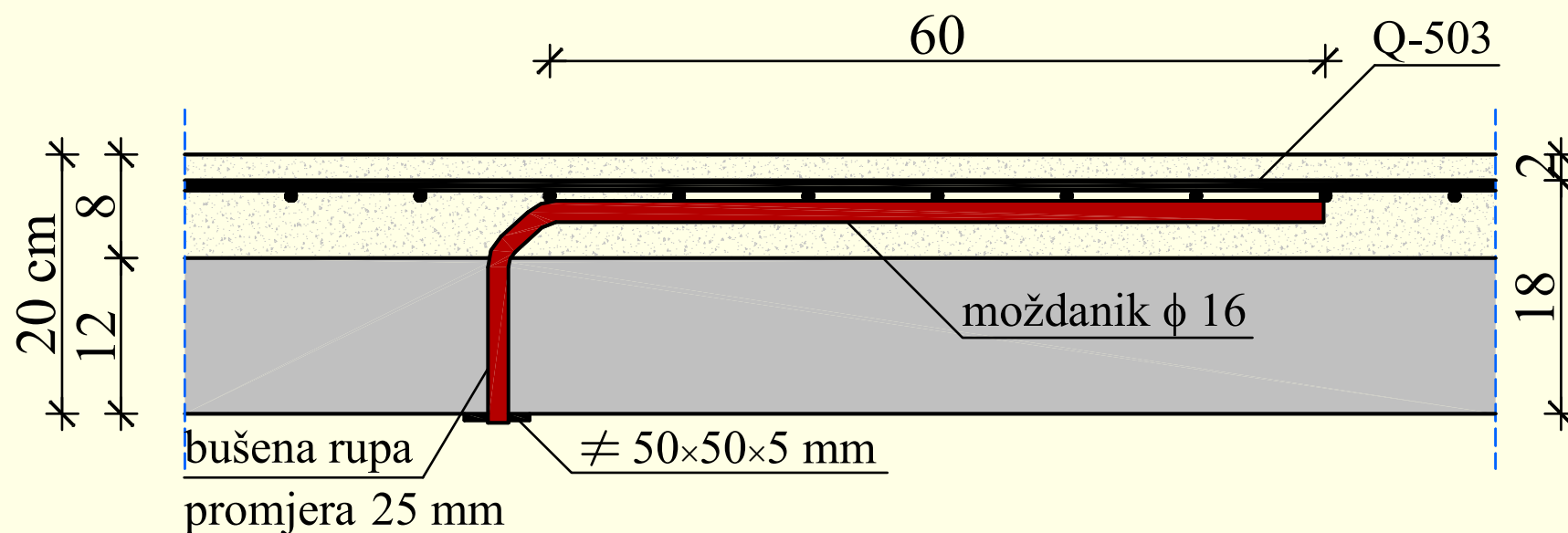
- ❑ Usvajanje prikladne intervencije odnosno izrada projekta sanacije ili rekonstrukcije vrlo je složena te ovisi o nizu čimbenika, kao što su
 - vrsta materijala od kojeg je konstrukcija izvedena,
 - konstrukcijski sustav,
 - izmjere,
 - uzroci oštećenja,
 - stupanj oštećenja,
 - opterećenja koja djeluju na konstrukciju i dr.
- ❑ Različite metode sanacija i rekonstrukcija najprimjerenije je razmatrati na pojedinačnim primjerima iz prakse.

Faze u planiranju i provođenju popravaka

1. Istražni radovi i ocjena stanja konstrukcije
2. Moguća rješenja popravaka i odabir konačnog rješenja
3. Izrada glavnih i izvedbenih projekata popravaka
4. Izvođenje popravaka
5. Kontrola kvalitete izvođenja popravaka
6. Monitoring na izvedenim radovima

- ugradnja novog betona,
- ugradnja polimer betona,
- lokalni popravci betona,
- povećanje zaštitnog sloja,
- površinska zaštita,
- injektiranje pukotina,
- ojačanja vanjskim prednapinjanjem,
- ojačanja ugljičnim vlaknima,
- ojačanja čeličnim pločama,
- katodna zaštita,
- uklanjanje klorida,
- realkalizacija,
- rušenje ili zamjena konstrukcije ili njenog dijela...

SANACIJE I REKONSTRUKCIJE



Primjer ojačanja međukatne ploče dodavanjem sloja betona i sprezanjem s postojećom pločom pomoću moždanika

TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

- 7 -

OSTALI UTJECAJI NA TRAJNOST KONSTRUKCIJA

Utjecaji na trajnost konstrukcija

PROJEKTIRANJE

IZVOĐENJE

ODRŽAVANJE

OSTALI UTJECAJI NA TRAJNOST

1. Klimatski
2. Agresivne kemijske tvari
3. Korištenje građevine
4. Izvanredni događaji (nenamjerni)
5. Namjerna rušenja

1. Klimatski utjecaji na trajnost

□ *Temperatura (i vlažnost)*

- Dnevne i godišnje varijacije
- Gradijent unutar konstrukcije
- Utjecaj na odvijanje kemijskih reakcija



Pukotine u betonu uslijed promjena temperature



pukotine uzrokovane promjenama temperature, vibracijama od prometa i skupljanjem betona

1. Klimatski utjecaji na trajnost

□ *Temperatura (i vlažnost)*

- Dnevne i godišnje varijacije
- Gradijent unutar konstrukcije
- Utjecaj na odvijanje kemijskih reakcija



Mrežaste pukotine od skupljanja površinskog sloja



Paralelne pukotine u svježem betonu



Pukotine u mladom ali već očvrslom betonu

1. Klimatski utjecaji na trajnost

■ *Led*

- Ciklus smrzavanja / odmrzavanja - pukotine
- Soli za odleđivanje - pojačano razaranje
- Mjere zaštite: uvlačenje zraka u beton, kvalitetna izvedba betona i konstrukcijskih detalja (odvodnja)



2. Agresivne kemijske tvari

□ *Iz vode*

- Voda - sudjelovanje u razornim kemijskim reakcijama
- Može sadržavati kloride
- Otapa agresivne supstance (npr. kloride) iz tla ili plinova

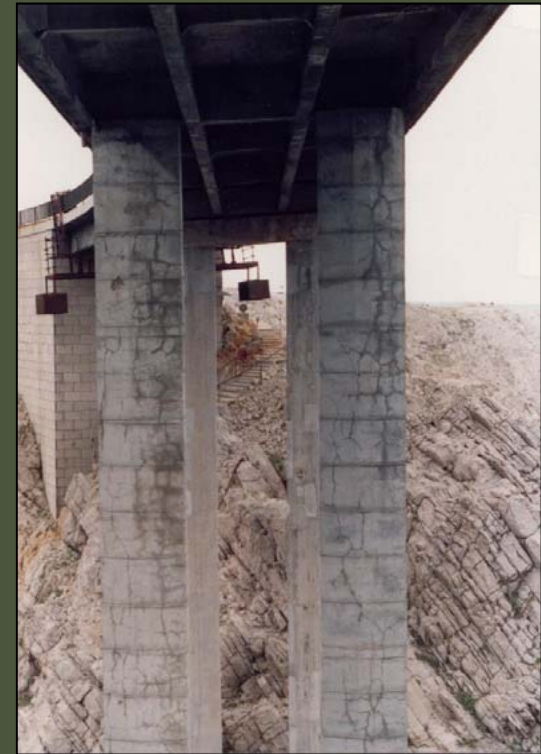
□ *Iz mora*

- Kloridi (najugroženiji dio konstrukcije zona plime i oseke te zona djelovanja valova - prisutna voda i kisik)
- Kloridi nošeni vjetrom

□ *Iz zraka*

- Zagađenje atmosfere (ugljični-dioksid → karbonatizacija)

2. Agresivne kemijske tvari



*Ubrzano propadanje glavnih nosača (lijevo i sredina) i stupova (desno)
Paškog mosta izloženog djelovanju morske vode i bure*

3. Upotreba građevine

□ *Redovita upotreba*

- Dinamički karakter opterećenja (zamor)
- Trošenje trošivih dijelova (kolnika)



□ *Izvanredna upotreba*

- Specijalni tereti
 - Kontrolirani prolazak
 - Nekontrolirani



4. Izvanredni događaji

PRIRODNI



Potres



LJUDSKI



Požar



Eksplorzija

5. Namjerna rušenja

POJEDINAČNA
radi uklanjanja



RATNA RAZARANJA



TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

TRAJNOST KONSTRUKCIJA I



– Sljedeće predavanje –

DIJAGNOSTIKA STANJA I MONITORING KONSTRUKCIJA