



Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet
www.grf.bg.ac.rs

Studijski program: **Građevinarstvo**

Modul: **Konstrukcije**

Godina/Semestar: **V godina / IX semestar**

Naziv predmeta (šifra): **Sanacija, rekonstrukcija i održavanje betonskih konstrukcija
(M1K1BK, M2K1SB)**

Nastavnik: **Ivan Ignjatović, Snežana Mašović**

Naslov predavanja: **Uvodno predavanje**

Datum : **21.10.2022.**

Beograd, 2020.

Sva autorska prava autora prezentacije i/ili video snimaka su zaštićena. Snimak ili prezentacija se mogu koristiti samo za nastavu na daljinu studenta Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u školskoj 2020/2021 i ne mogu se koristiti za druge svrhe bez pismene saglasnosti autora materijala.

OSNOVNI PODACI O PREDMETU

Odsek za konstrukcije
Katedra za materijale i konstrukcije (IMK)
V godina studija - MASTER (28+28)
I (IX) semester (2+2)

NASTAVNICI / PREDAVAČI:

V.prof. dr Ivan Ignjatović, kabinet 138
V.prof. dr Snežana Mašović, kabinet 169

SARADNIK / ASISTENT:

Ivan Milićević, kabinet 3

TERMIN PREDAVANJA:

Sreda, 12:15 – 14:00, 122

TERMIN VEŽBI:

Petak, 12:15 – 14:00, 321

OSNOVNI PODACI O PREDMETU

USLOV ZA SLUŠANJE:

Položeni svi predmeti sa osnovnih studija, odbranjen diplomski rad

LITERATURA:

Materijali sa predavanja+preporučena literatura

PREDISBITNE OBAVEZE: Poster + 2 kolokvijuma

POSTER (20%)*:

- **Objekat po izboru uz odobrenje nastavnika/saradnika ili Laboratorijski rad**
- Sadržaj postera
 - Osnovni podaci o objektu
 - Rezultati izvršene inspekcije
 - Ocena ugroženosti
 - Moguće mere održavanja/sanacije
- Poster se prezentuje na času

KOLOKVIJUMI* (2 x 20% = 40%):

- Kombinovani test sa pitanjima i ponuđenim odgovorima i kratkim zadacima
- Termin: ????

OSNOVNI PODACI O PREDMETU

USLOV ZA STICANJE POTPISA:

- Pripremljen i prezentovan poster
- Osvojeno bar 30% poena na svakom od dva kolokvijuma*

*Ako iz opravdanih razloga, koje mora dokumentovati student odsustvuje sa kolokvijuma naknadno se, u dogovoru sa asistentom, određuje termin ponovnog kolokvijuma, koji može biti usmeni ili pismeni

NAČIN POLAGANJA ISPITA*:

Usmeni deo ispita (40%)

Studenti koji odbrane poster i polože oba kolokvijuma ($\geq 55\%$) oslobađaju se polaganja ispita. U tom slučaju, kolokvijumi vrede **2 x 40% = 80%**

***UMESTO POSTERA, KOLOKVIJUMA I ISPITA MOGUĆE JE RADITI SEMINARSKI RAD NA ODABRANU TEMU IZ OBLASTI KOJU POKRIVA MATERIJNA NA PREDMETU. ODBRANA SEMINARSKOG RADA PREDSTAVLJA POLOŽEN ISPIT.**

PROGRAM PREDAVANJA

Nedelje	Predavanja
1	OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE. Razlozi, potreba i važnosti radova na održavanju, sanacijama i rekonstrukcijama.
2	PROCESI PROPADANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA.
3	PRORAČUN S OBZIROM NA UPOTREBNI VEK KONSTRUKCIJA. Osnovni pojmovi trajnosti i pouzdanosti. Proračunski dokazi za različite mehanizme oštećenja
4	OCENA STANJA: grede, ploče; sanacija elemenata opterećenih na savijanje i smicanje.
5	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
6	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
7	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Injektiranje prslina, popravka oštećenja – reparaturni malteri, epoksi lepkovi i malteri. Materijali koji se primenjuju za sanaciju.
8	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE Sanacija karbonskim trakama. Specifičnosti. Sanacija stubova – centrični i ekscentrični pritisak, „utezanje“ stuba Evropska regulativa vezana za primenu karbonskih traka.
9	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Sanacija promenom statičkog sistema, dodavanje novih elemenata. Sanacija temeljnih konstrukcija. Sprezanje starog i novog betona. Proračun i specifičnosti dimenzionisanja.
10	TEST
11	Greške u projektovanju, izvođenju i održavanju. Primeri iz prakse.
12	Različiti načini sanacija/rekonstrukcija/ojačanja. Primeri iz prakse.
13	OCENA ISPLATIVOSTI
14	TEST

11. april – krov – (ne)održavanje

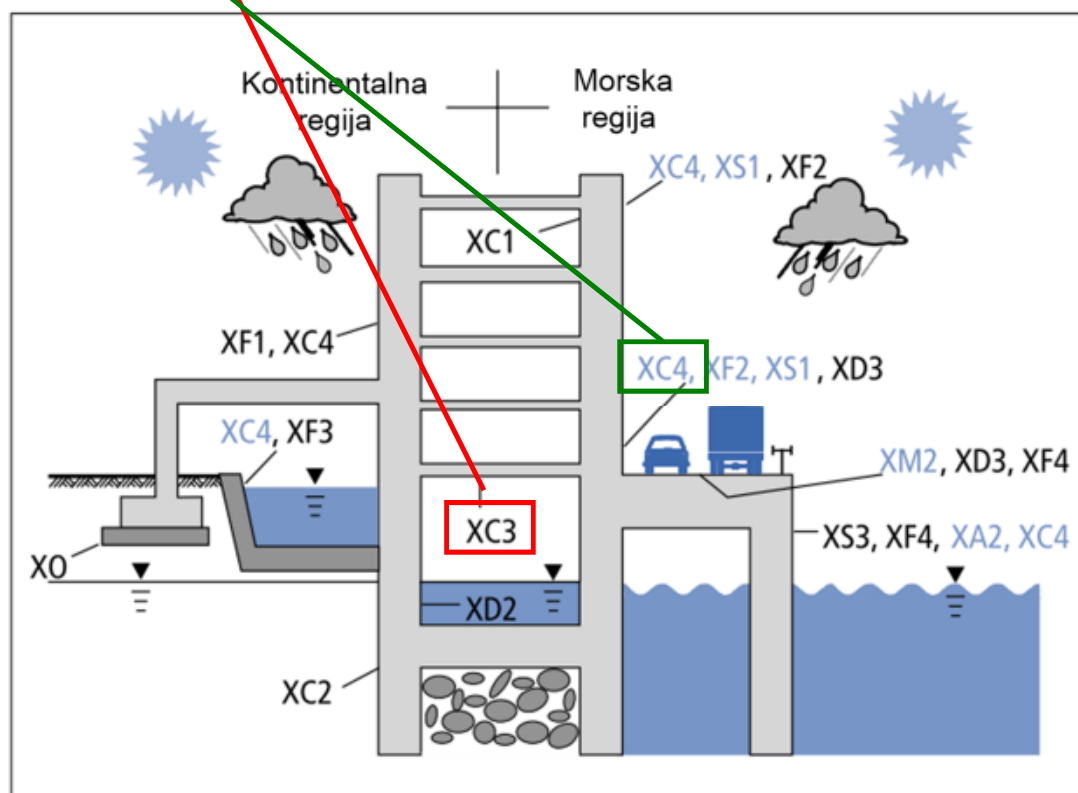


PROGRAM PREDAVANJA

Nedelje	Predavanja
1	OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE. Razlozi, potreba i važnosti radova na održavanju, sanacijama i rekonstrukcijama.
2	PROCESI PROPADANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA.
3	PRORAČUN S OBZIROM NA UPOTREBNI VEK KONSTRUKCIJA. Osnovni pojmovi trajnosti i pouzdanosti. Proračunski dokazi za različite mehanizme oštećenja
4	OCENA STANJA: grede, ploče; sanacija elemenata opterećenih na savijanje i smicanje.
5	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
6	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
7	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Injektiranje prslina, popravka oštećenja – reparaturni malteri, epoksi lepkovi i malteri. Materijali koji se primenjuju za sanaciju.
8	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE Sanacija karbonskim trakama. Specifičnosti. Sanacija stubova – centrični i ekscentrični pritisak, „utezanje“ stuba Evropska regulativa vezana za primenu karbonskih traka.
9	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Sanacija promenom statičkog sistema, dodavanje novih elemenata. Sanacija temeljnih konstrukcija. Sprezanje starog i novog betona. Proračun i specifičnosti dimenzionisanja.
10	TEST
11	Greške u projektovanju, izvođenju i održavanju. Primeri iz prakse.
12	Različiti načini sanacija/rekonstrukcija/ojačanja. Primeri iz prakse.
13	OCENA ISPLATIVOSTI
14	TEST

2 Корозија проузрокована карбонацијом

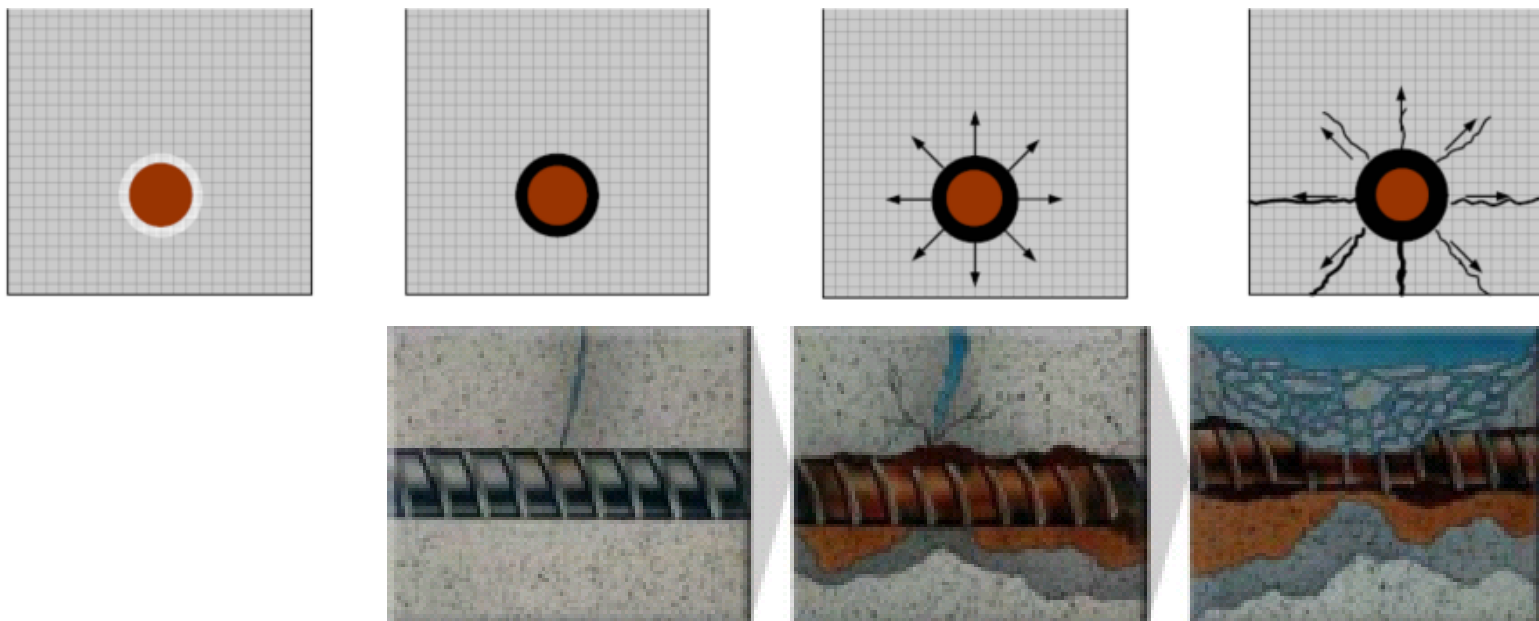
XC3	Умерено влажна средина	Бетон у унутрашњости зграда са умереном или високом влажношћу ваздуха Бетон у спољашњем простору заштићен од кише
XC4	Циклично влажна и сува средина	Површине бетона у контакту са водом, које не спадају у класу изложености XC2



XC – Carbonation
XD – Chlorides from De-icing agents
XS – Chlorides from Sea water
XF – Freeze-thaw action
XA – Chemical Attack

KARBONIZACIJA BETONA

- Depasivizacija armature
+ vlažnost + kiseonik ➔ korozija armature



Degradacija konstrukcije ili njenog elementa usled delovanja različitih agresivnih agenasa



PRORAČUNSKI DOKAZ ZA GRANIČNO STANJE DEPASIVIZACIJA ARMATURE USLED KARBONIZACIJE

- Proračun dubine karbonizacije (DuraCrete, Darts):

$$\underline{x_c(t)} = \sqrt{2 \cdot k_e \cdot k_c \cdot (k_t \cdot R_{ACC,0}^{-1} + \varepsilon_t) \cdot C_S} \cdot \sqrt{t} \cdot W(t)$$

$x_c(t)$ – dubina karbonizacije u određenom trenutku vremena t [mm]

t – vreme [godine]

k_e – funkcija okoline

k_c – parametar izvođenja

k_t – parametar povraćaja

$R_{ACC,0}^{-1}$ – inverzna vrednost otpornosti betona na karbonizaciju [(mm²/god)/(kg/m³)]

ε_t – greška

C_S – koncentracija CO₂ u vazduhu [kg/m³]

$W(t)$ – funkcija vremenskih prilika.

PROGRAM PREDAVANJA

Nedelje	Predavanja
1	OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE. Razlozi, potreba i važnosti radova na održavanju, sanacijama i rekonstrukcijama.
2	PROCESI PROPADANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA.
3	PRORAČUN S OBZIROM NA UPOTREBNI VEK KONSTRUKCIJA. Osnovni pojmovi trajnosti i pouzdanosti. Proračunski dokazi za različite mehanizme oštećenja
4	OCENA STANJA: grede, ploče; sanacija elemenata opterećenih na savijanje i smicanje.
5	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
6	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
7	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Injektiranje prslina, popravka oštećenja – reparaturni malteri, epoksi lepkovi i malteri. Materijali koji se primenjuju za sanaciju.
8	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE Sanacija karbonskim trakama. Specifičnosti. Sanacija stubova – centrični i ekscentrični pritisak, „utezanje“ stuba Evropska regulativa vezana za primenu karbonskih traka.
9	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Sanacija promenom statičkog sistema, dodavanje novih elemenata. Sanacija temeljnih konstrukcija. Sprezanje starog i novog betona. Proračun i specifičnosti dimenzionisanja.
10	TEST
11	Greške u projektovanju, izvođenju i održavanju. Primeri iz prakse.
12	Različiti načini sanacija/rekonstrukcija/ojačanja. Primeri iz prakse.
13	OCENA ISPLATIVOSTI
14	TEST

Опрема за преглед – специјална возила

14



Оцена стања

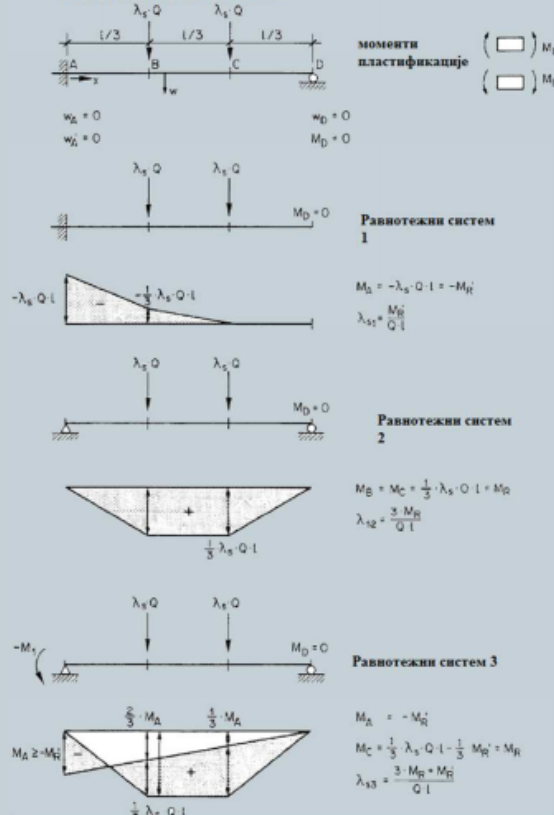
18

- Шта се оцењује? **→Предмет оценењивања**
 - 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)

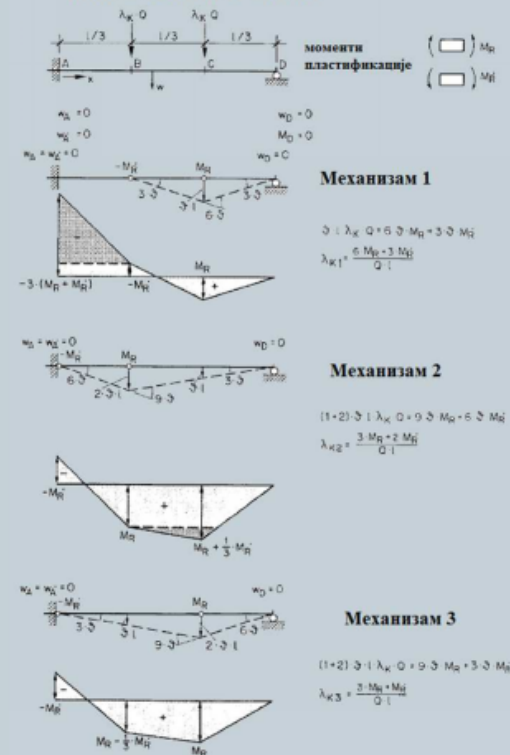
Примена теорије пластичности

12

СТАТИЧКА ТЕОРЕМА



КИНЕМАТИЧКА ТЕОРЕМА



Процес управљања

- Скуп мера и активности са циљем да обезбеди адекватна услуга уз минимум власничких трошкова
- Адекватна услуга
 - Саобраћај без застоја
 - Ниска стопа саобраћајних несрећа
 - Несметано коришћење објекта високоградње
 - Сигурност
 - Висока отпорност на природне непогоде
 - Заштита околине

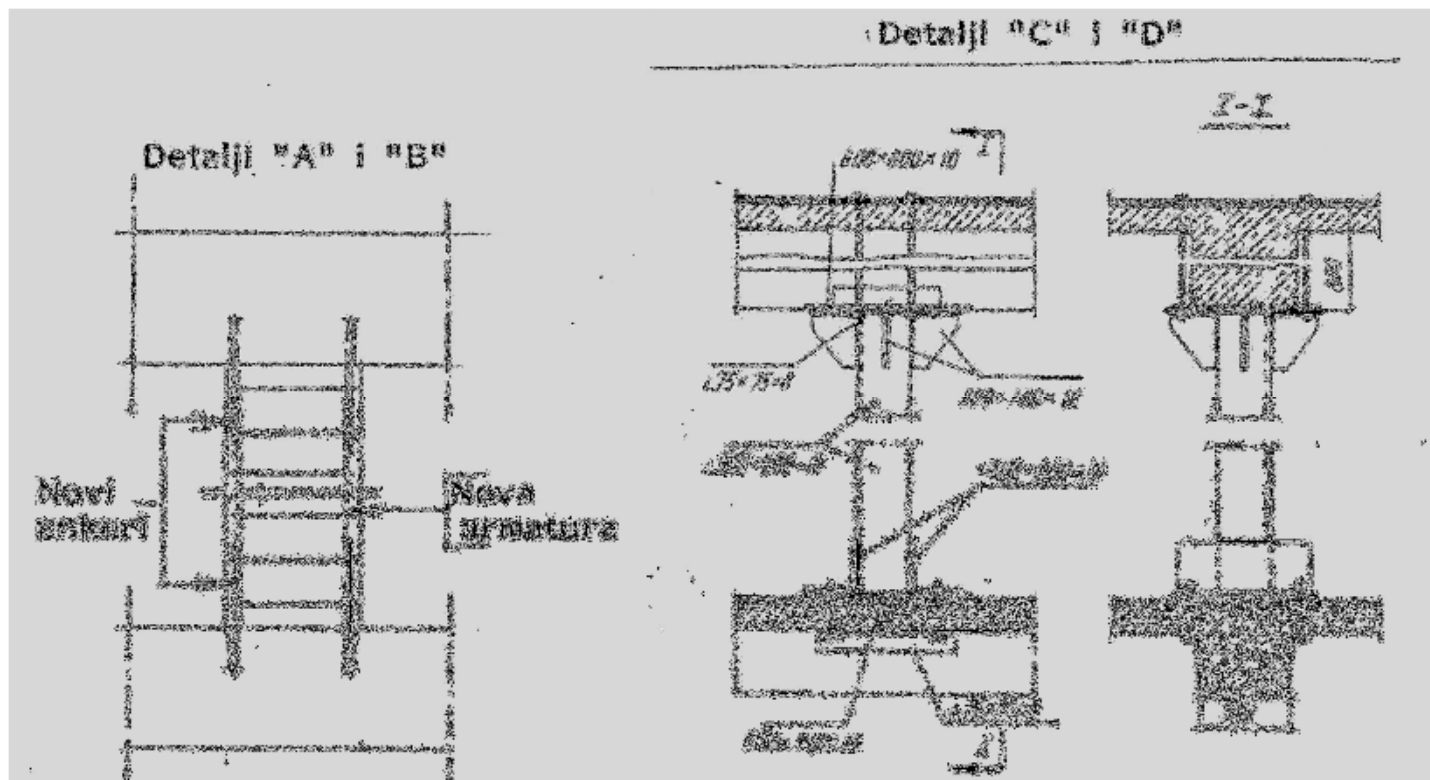


PROGRAM PREDAVANJA

Nedelje	Predavanja
1	OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE. Razlozi, potreba i važnosti radova na održavanju, sanacijama i rekonstrukcijama.
2	PROCESI PROPADANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA.
3	PRORAČUN S OBZIROM NA UPOTREBNI VEK KONSTRUKCIJA. Osnovni pojmovi trajnosti i pouzdanosti. Proračunski dokazi za različite mehanizme oštećenja
4	OCENA STANJA: grede, ploče; sanacija elemenata opterećenih na savijanje i smicanje.
5	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
6	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
7	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Injektiranje prslina, popravka oštećenja – reparaturni malteri, epoksi lepkovi i malteri. Materijali koji se primenjuju za sanaciju.
8	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE Sanacija karbonskim trakama. Specifičnosti. Sanacija stubova – centrični i ekscentrični pritisak, „utezanje“ stuba Evropska regulativa vezana za primenu karbonskih traka.
9	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Sanacija promenom statičkog sistema, dodavanje novih elemenata. Sanacija temeljnih konstrukcija. Sprezanje starog i novog betona. Proračun i specifičnosti dimenzionisanja.
10	TEST
11	Greške u projektovanju, izvođenju i održavanju. Primeri iz prakse.
12	Različiti načini sanacija/rekonstrukcija/ojačanja. Primeri iz prakse.
13	OCENA ISPLATIVOSTI
14	TEST

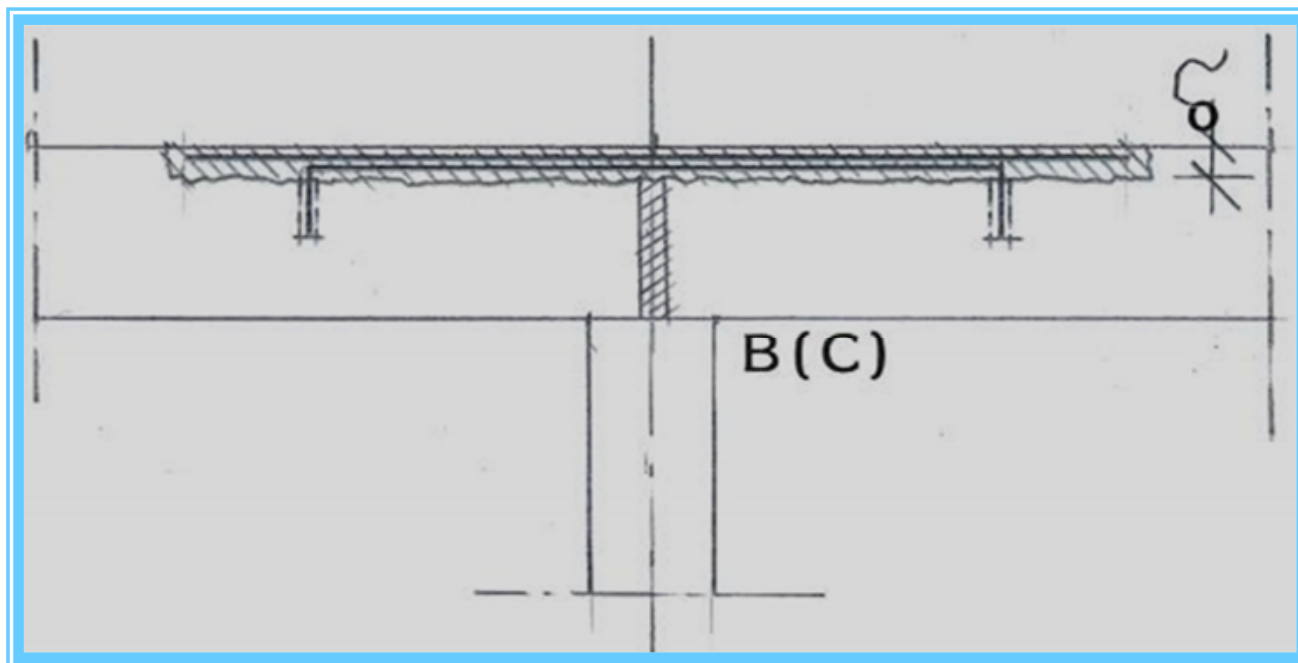
KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

IZRADA DOPUNSKIH ELASTIČNIH (POPUSTLJIVIH) OSOLONACA



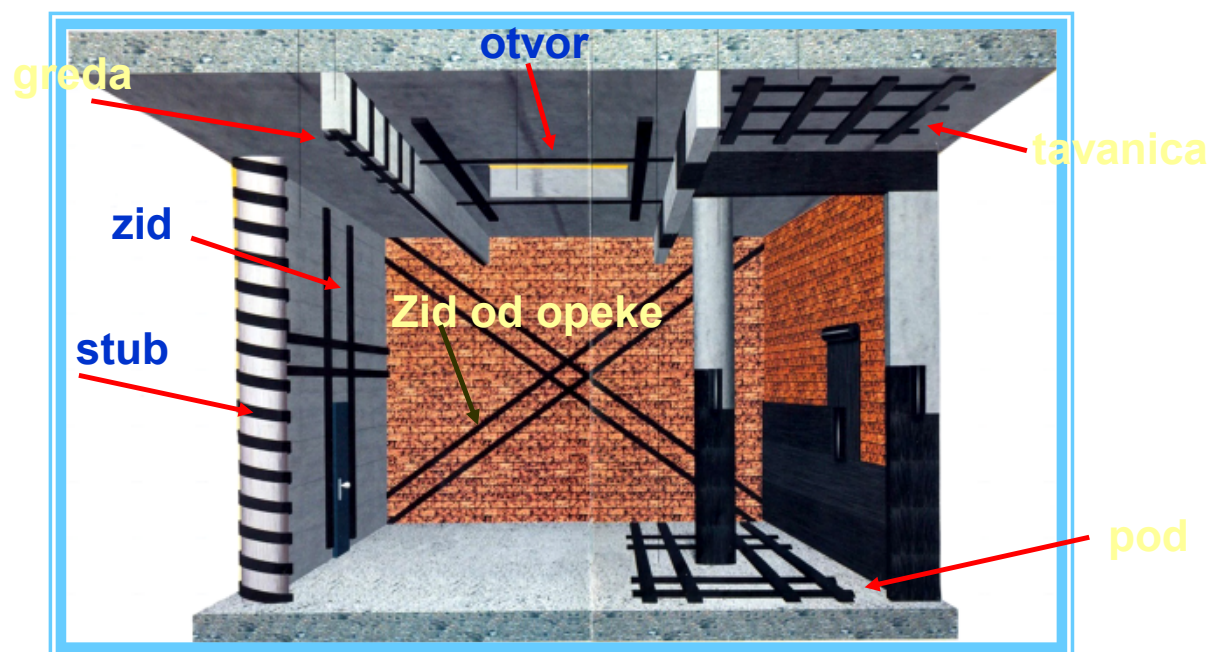
Detalji izvođenja sanacije RIGLI ramovske konstrukcije
uvođenjem dopunskih elastičnih oslonaca

Proste grede → Kontinualna greda



Primer 1 - Ugrađivanja dodatne “negativne” armature

Ojačanje primenom karbonskih vlakana CFRP



Primer mogućnosti ojačanja različitih elemenata
armiranobetonske konstrukcije

PROGRAM PREDAVANJA

Nedelje	Predavanja
1	OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE. Razlozi, potreba i važnosti radova na održavanju, sanacijama i rekonstrukcijama.
2	PROCESI PROPADANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA.
3	PRORAČUN S OBZIROM NA UPOTREBNI VEK KONSTRUKCIJA. Osnovni pojmovi trajnosti i pouzdanosti. Proračunski dokazi za različite mehanizme oštećenja
4	OCENA STANJA: grede, ploče; sanacija elemenata opterećenih na savijanje i smicanje.
5	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
6	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
7	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Injektiranje prslina, popravka oštećenja – reparaturni malteri, epoksi lepkovi i malteri. Materijali koji se primenjuju za sanaciju.
8	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE Sanacija karbonskim trakama. Specifičnosti. Sanacija stubova – centrični i ekscentrični pritisak, „utezanje“ stuba Evropska regulativa vezana za primenu karbonskih traka.
9	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Sanacija promenom statičkog sistema, dodavanje novih elemenata. Sanacija temeljnih konstrukcija. Sprezanje starog i novog betona. Proračun i specifičnosti dimenzionisanja.
10	TEST
11	Greške u projektovanju, izvođenju i održavanju. Primeri iz prakse.
12	Različiti načini sanacija/rekonstrukcija/ojačanja. Primeri iz prakse.
13	OCENA ISPLATIVOSTI
14	TEST

Greške i propusti u građenju



PROGRAM PREDAVANJA

Nedelje	Predavanja
1	OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE. Razlozi, potreba i važnosti radova na održavanju, sanacijama i rekonstrukcijama.
2	PROCESI PROPADANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA.
3	PRORAČUN S OBZIROM NA UPOTREBNI VEK KONSTRUKCIJA. Osnovni pojmovi trajnosti i pouzdanosti. Proračunski dokazi za različite mehanizme oštećenja
4	OCENA STANJA: grede, ploče; sanacija elemenata opterećenih na savijanje i smicanje.
5	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
6	DOKAZ NOSIVOSTI. (Semi)probabilistički dokazi. Aktualizacija uticaja i nosivosti.
7	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Injektiranje prslina, popravka oštećenja – reparaturni malteri, epoksi lepkovi i malteri. Materijali koji se primenjuju za sanaciju.
8	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE Sanacija karbonskim trakama. Specifičnosti. Sanacija stubova – centrični i ekscentrični pritisak, „utezanje“ stuba Evropska regulativa vezana za primenu karbonskih traka.
9	SANACIJE I OJAČANJA POJEDINIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE. Sanacija promenom statičkog sistema, dodavanje novih elemenata. Sanacija temeljnih konstrukcija. Sprezanje starog i novog betona. Proračun i specifičnosti dimenzionisanja.
10	TEST
11	Greške u projektovanju, izvođenju i održavanju. Primeri iz prakse.
12	Različiti načini sanacija/rekonstrukcija/ojačanja. Primeri iz prakse.
13	OCENA ISPLATIVOSTI
14	TEST

