

GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERZITETA U BEOGRADU
Odsek za konstrukcije
Katedra za materijale i konstrukcije (MIK)
Master studije (28+28)
I semester (2+2)
V.prof. dr Ivan Ignjatović

SANACIJE, REKONSTRUKCIJE I ODRŽAVANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA U VISOKOGRADNJI

MATERIJALI ZA SANIRANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

■ REPARATURNI MALTERI I BETONI

- Malteri → agregat krupnoće ≤ 4 mm
- Betoni → agregat krupnoće > 4 mm

Ovi materijali moraju da ispune sledeće zahteve:

1. Odlična prionljivost za podlogu (beton, čelik),
2. Odličnu ugradljivost i obradljivost,
3. Mehaničke karakteristike bolje od podloge,
4. Stabilnost zapremine (ili čak ekspanzija)
5. Visok pH faktor (zaštita armature!),
6. Malo upijanje vode, ili vodonepropusnost

MATERIJALI ZA SANIRANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

A. SANACIJA POVRŠINSKIH OŠTEĆENJA

- cementni malteri sa aditivima (bolji u odnosu na cementne, ali niska otpornost na koroziju),
- polimerima modifikovani malteri (bolje: ugradljivost prionljivost, čvrstoće, otpornost na mraz...)
- polimer malteri (epoksi) sa dodacima - kameno brašno, kvarcni pesak, vlakna

B. SANACIJA PRSLINA INJAKTIRANJEM

koriste se: 1) mase na bazi polimera tipa epoksida
2) mase na bazi polimera tipa poliuretana
3) mase na bazi cementa

“Reparaturne sanacije”

Reparacija površinskih oštećenja i prslina

A. SANACIJA POVRŠINSKIH OŠTEĆENJA

1. Sanacija lokalnih oštećenja dubine **do 1 cm** → primena reparaturnih maltera sa peskom krupnoće do 1 mm
2. Sanacija lokalnih oštećenja dubine **do 5 cm** – primena reparaturnih maltera sa agregatom krupnoće zrna do 4 mm:
 - cementni malteri sa aditivima (postiže se bolja konzistencija i ugradljivost)

“Reparaturne sanacije”

Reparacija površinskih oštećenja i prslina

- polimerima modifikovani cementni malteri: bolja otpornost na agresiju, mraz, čvrstoća na zatezanje
 - polimerni malteri (epoksidni malteri)
3. Sanacija dubljih oštećenja, preko 5 cm → sitnozrnim polimerima modifikovanim betonima (sa agregatom krupnoće zrna do 8 ili do 16 mm)

B. SANACIJA PRSLINA INJAKTIRANJEM

- za prsline ≤ 0.5 mm → polimeri – čiste epoksi smole niske viskoznosti
- za prsline >0.5 mm → polimeri srednje viskoznosti

“Reparaturne sanacije”

Reparacija površinskih oštećenja i prslina

Neka osnovna svojstva masa za injektiranje na bazi epoksida

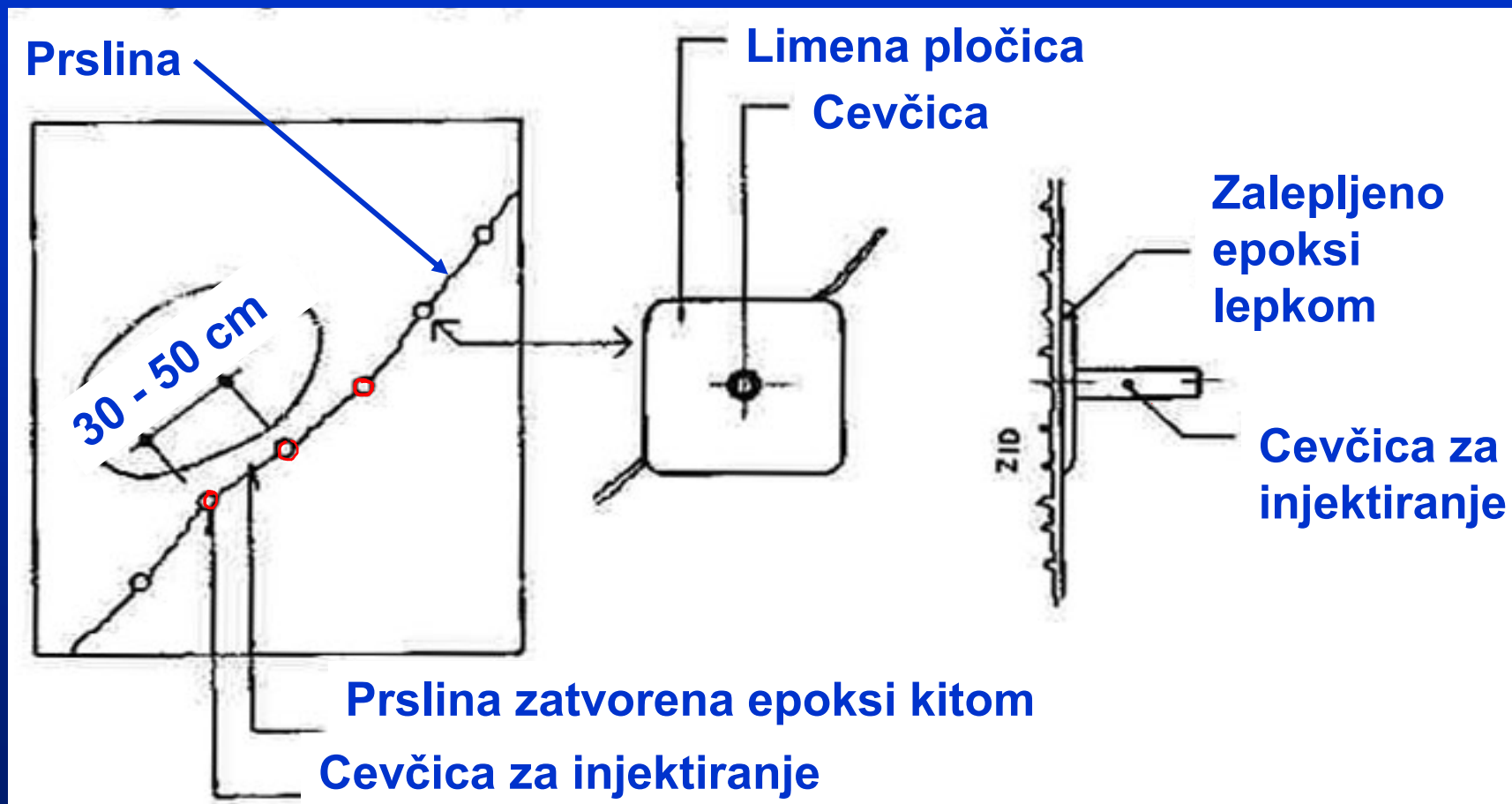
Naziv materijala i proizvođač	Fabrička deklaracija - upotreba	Viskozitet na cca 20°C (Pas)	Prsline-pukotine koje se injektiraju (preporuka proizvođača)	Čvrstoća pri pritisku f_p (MPa)	Čvrstoća pri zatezanju f_z (MPa)
Sikadur® - 52 Sika	2K tečna epoksidna smola niskog viskoziteta tipa N i LP – pogodna za suve i vlažne uslove	cca 0,40	$a = 0,3 - 3,0\text{mm}$	35 - 55	cca 37
Sika® Injection - 451 Sika	2K epoksidna smola veoma niskog viskoziteta – pogodna za suve i vlažne uslove	cca 0,15	$a = 0,2 - 1,0\text{mm}$	70 - 80	cca 50
Sikadur® - 53 Sika	2K tečna epoksidna smola pogodna za injektiranje, podlivanje, zalivanje ankera – za radove u suvim i vlažnim uslovima	cca 5,8	$a = 0,8 - 3,0\text{mm}$	cca 90	cca 40
EPOJET Mapei	2K tečna epoksidna smola za injektiranje	cca 0,35	$a = 0,3 - 3,0\text{mm}$	cca 90	cca 45
EPOJET LV Mapei	2K epoksidna smola za injektiranje niskog viskoziteta	cca 0,15	$a = 0,2 - 1,0\text{mm}$	70	50
EPOMAX L10 Isomat	2K tečna epoksidna smola za injektiranje	0,25	$a = 0,5 - 3,0\text{mm}$	cca 70	cca 30
EPOMAX L20 Isomat	2K epoksidna smola za injektiranje niskog viskoziteta	0,15	$a = 0,1 - 1,0\text{mm}$	≈70	≈30

“Reparaturne sanacije”

Reparacija površinskih oštećenja i prslina



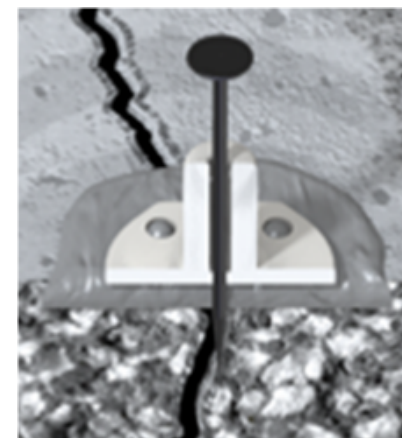
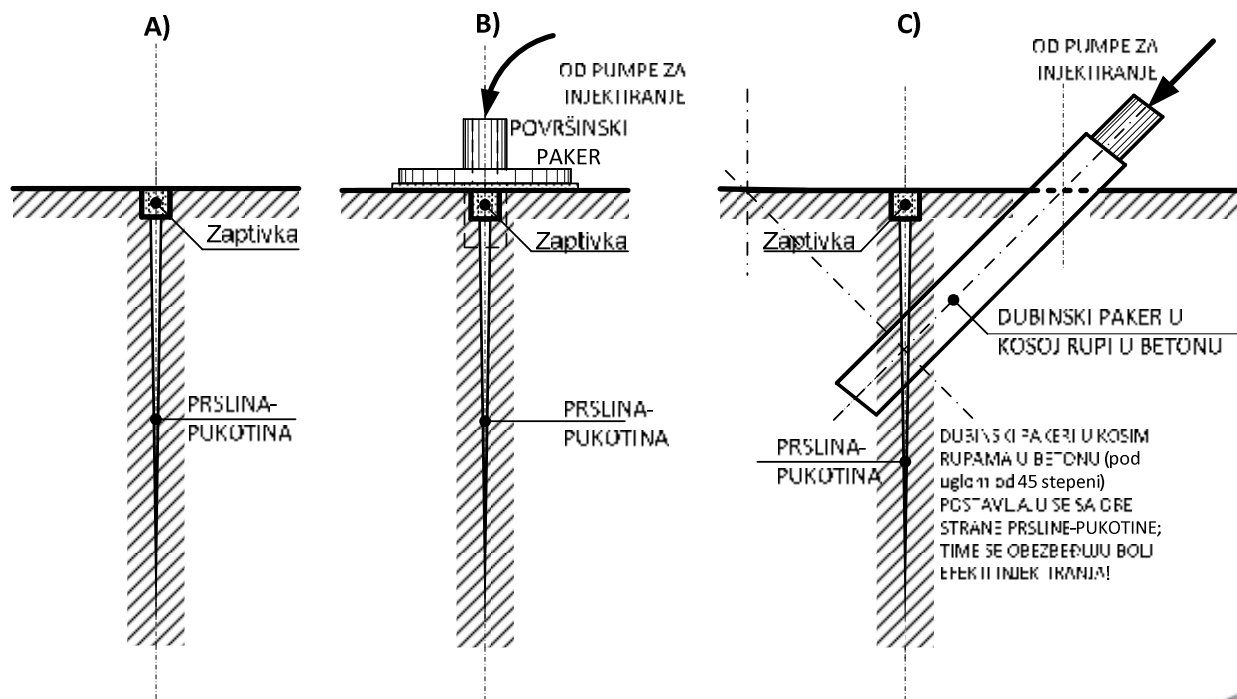
Sanacija prslina injektiranjem



Raspored cevčica za injektiranje

“Reparaturne sanacije”

Reparacija površinskih oštećenja i prslina



KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Projekat sanacije - podloge

Svaka konstrukcijska sanacija betonskih konstrukcija obavezno treba da se izvodi na bazi posebne tehničke dokumentacije:

Glavnog projekta sanacije

koji, u opštem slučaju, mora da bude zasnovan na **ulaznim podacima** - podlogama, kao što su:

- Projektni zadatak,
- Projekat postojeće konstrukcije,
- Izveštaj o pregledu i proceni stanja konstrukcije,

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Projekat sanacije-podloge

- **Geodetski snimak konstrukcije** (eventualno),
- **Geotehničke podloge** (eventualno - zavisno od vrste konstrukcije i prirode njenih oštećenja),
- **Ostale podloge** (odnosi se najčešće na slučajeve kada se osim sanacije konstrukcija, iz funkcionalnih ili iz razloga vezanih za izmenjene eksploatacione uslove, još i preuređuje prostor-voditi računa da li je u pitanju rekonstrukcija)

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije-prethodni izveštaj

Za izradu projekta sanacije od posebnog značaja je **Izveštaj o pregledu i proceni stanja konstrukcije**, koji, u opštem slučaju, treba da sadrži:

- obim, intenzitet i uzroke nastalih oštećenja,
- ispitivanje mehaničkih karakteristika materijala elemenata konst. koji se saniraju (beton, čelik),
- snimak izvedene geometrije elemenata konstrukcije,
- stanje, kvalitet i stepen korozije čelika u betonu (armature, kao i kablova za prednap.)

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije -prethodni izveštaj

- tehnički snimak svih oštećenja konstrukcije, uključujući i njihovu klasifikaciju i kvantifikaciju (raspored i širine prslina, površinska oštećenja betona),
- stanje deformacija konstrukcije (ugibi, pomeranja oslonačkih tačaka i dr.),
- generalni zaključak o stanju konstrukcije,
- predlog načina sanacije.

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Ispitivanje kvaliteta betona



Vađenje betonskog “kerna” iz konstrukcije

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije - sadržaj

Projekat sanacije treba da sadrži:

- **sve neophodne tekstualne priloge** (tehnički izveštaj, tehničke specifikacije za materijale i izvođenje radova, predmer i predračun radova),
- **numeričke priloge** (proračun konstrukcije kao celine, proračun pojedinih detalja, ...)
- **grafičke priloge** (dispozicioni crteži, planovi armature, rešenja detalja sanacije, ...).

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije

U slučaju kada ne postoji projekat postojeće konstrukcije, potrebno je izvršiti:

- detaljno snimanje geometrije postojećih elemenata konstrukcije,
- “štemovanje” – otkrivanje armature radi utvrđivanja broja šipki i njihovog prečnika,
- izradu istražnih jama za utvrđivanje stanja, dimenzija i kote fundiranja temelja

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije



Pogrešno shvaćeno “štemovanje” radi otkrivanja armature

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije

Izrada **Projekta konstrukcijske sanacije** je daleko **SLOŽENIJI** problem od izrade projekta nove konstrukcije, jer zahteva:

- Vrlo solidno poznavanje većeg broja **konstrukcijskih disciplina** (opšta teorija konstrukcija, armirnobetonske, prednapregnute, čelične konstrukcije i dr.),
- Visok stepen znanja iz oblasti **građevinskih materijala i tehnologije građenja** (specifični materijali i specijalne tehnologije i posebni tehnološki postupci)

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije

U okviru projekta sanacije i njegove realizacije, naročito je važno:

**pravilno koncipiranje i izvođenje pojedinih
konstrukcijskih detalja**

Pre pristupanja izradi projekata konstrukcijskih sanacija, potrebno je dobro **upoznati originalnu** projektnu dokumentaciju

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Projekat sanacije

Naročito pažljivo proučiti proračunski deo te dokumentacije, odnosno, treba što preciznije odrediti:

proračunska naponsko - deformaciona stanja koja prethode radovima na sanaciji

Vrlo često je potrebno da se rade **ponovni statički proračuni**, sa realno utvrđenim opterećenjima i sa **preciznijim statičkim modelima** kako bi se odredili **realniji statički uticaji** na osnovu kojih se odlučuje o obimu i načinu sanacije

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

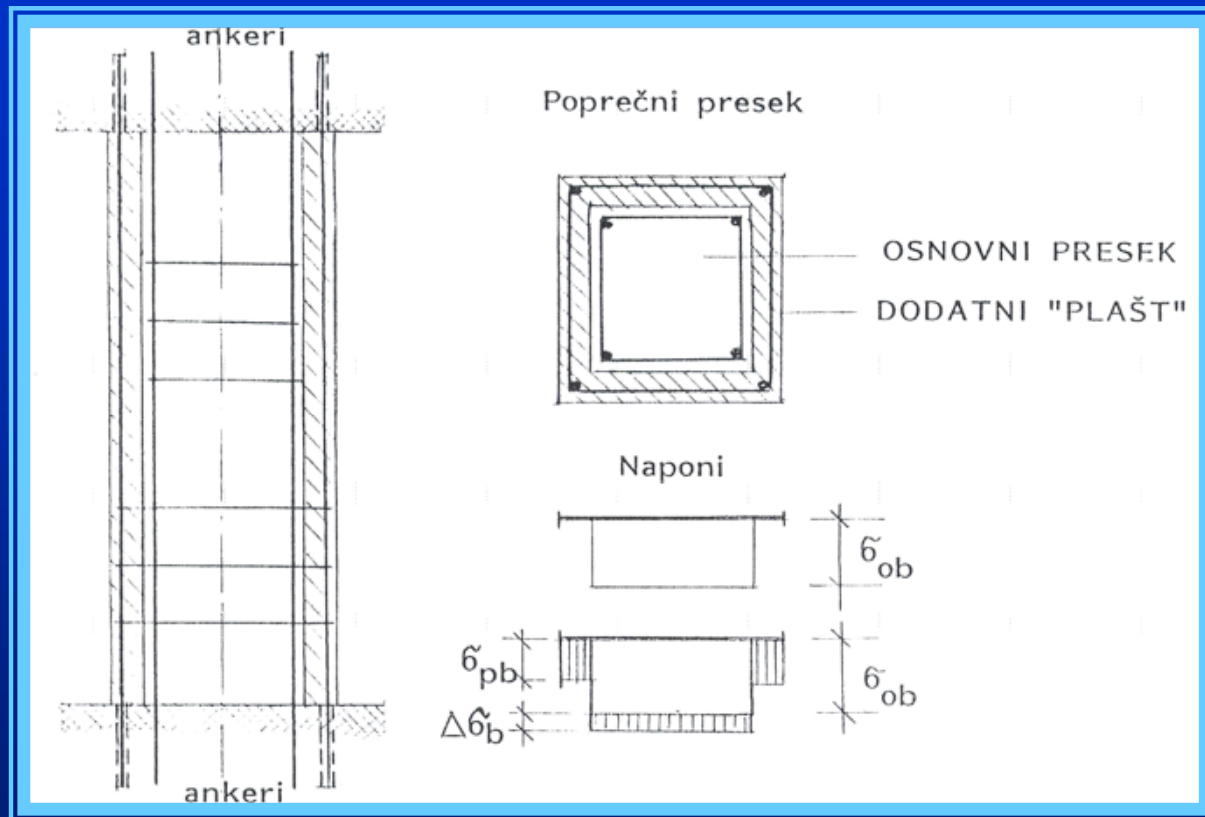
Projekat sanacije

Konstrukcijske sanacije se **UVEK** izvode na **postojećim konstrukcijama** - to znači na konstrukcijama koje će u vreme izvođenja sanacionih radova i dalje biti pod određenim opterećenjima.

Zato je potrebno tačno definisanje onog naponsko - deformacionog stanja konstrukcije – tzv. **"nulto" stanje** - koje će biti OSNOVA za superpoziciju sa uticajima izazvanim u toku i po završetku sanacione intervencije

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Primer



Pri izvođenju sanacionih radova u osnovnom preseku će vladati "zatečeni" naponi:

u betonu σ_{ob}

u armaturi σ_{oa}

U toku izvođenja sanacionih radova, u okviru **nove obloge** (u "plaštu") **neće biti napona** ni u betonu ni u armaturi

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Primer

Obloga (plašt) će "proraditi" i početi da prihvata samo onaj deo dodatnih opterećenja koja na ojačani stub deluju **po završenim** sanacionim radovima

Od **dodatnog opterećenja** će se pojaviti naponi:

U OBLOZI: u betonu σ_{pb} , u armaturi σ_{pa}

U OSNOVNOM PRESEKU STUBA dodatni naponi:
u betonu $\Delta\sigma_b$, u armaturi $\Delta\sigma_a$

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Primer

- U okviru OJAČANOG STUBA, tokom njegove eksploatacije, vladajuće sledeći naponi:
- osnovni presek:
 - u betonu $\sigma_{ob} + \Delta\sigma_b$
 - u armaturi $\sigma_{oa} + \Delta\sigma_a$
- Obloga (plašt):
 - u betonu σ_{pb}
 - u armaturi σ_{pa}

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Primer

Primedba:

Ne vodi se računa o reološkim pojavama u betonu.

Opravdanje:

Sanacione intervencije se, u najvećem broju slučajeva, izvode na već dovoljno "starim" konstrukcijama, pri čemu dodatni betonski delovi obično nemaju značajnije površine, pa efekti skupljanja i tečenja betona u principu nisu od većeg značaja.

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE

Primer

Postupak proračuna:

- Primenom klasične teorije armiranog betona (tzv. "n" teorije)
- Metodom graničnog stanja loma - nosivosti preseka

Primenom i jednog i drugog postupka, ("n" teorija za definisanje napona, a metoda graničnog stanja za određivanje maksimalne granične sile loma koju je ojačani presek u stanju da prihvati)

METODE SANACIJA AB KONST.

U praksi imaju najširu primenu sledeće metode sanacije:

- **Smanjivanje opterećenja** konstrukcijskih elemenata,
- **Prenošenje opterećenja** na susedne konstrukcijske elemente dovoljnih nosivosti,
- **Smanjivanje raspona** konstrukcija, koje nemaju zadovoljavajuću nosivost,
- **Promena statičkog sistema elemenata konstr.** koji nemaju zadovoljavajuću nosivost,

METODE SANACIJA AB KONST.

- Ojačanje konstrukcija **postupcima prednaprezanja**,
- Ojačanje putem **povećanja preseka** dodatnim površinama betona i/ili armature
- **Ojačanje poprečnih preseka** putem lepljenja dodatnih lamela od čelika, staklenih vlakana, karbonskih vlakana i sl.

KONSTRUKCIJSKE SANACIJE I OJAČAVANJE SMANJENJEM OPTEREĆENJA

PRIMERI:

Most - ograničavanjem nivoa saobraćajnog opterećenja na mostu (ograničavanjem brzine vožnje ili limitiranjem veličine osovinskog opterećenja)-ovo je često samo privremena mera

Nadogradnja zgrada - smanjivanjem intenziteta opterećenja na postojećim etažama (ukidanjem ravnog krova, eventualnom zamenom teških podova i pregradnih zidova na nižim etažama objekta savremenim lakim materijalima) i izborom konstrukcijskog sistema nadogradnje (za novu krovnu konstrukciju koristiti “lake” nosače - sisteme od drveta ili čelika)

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

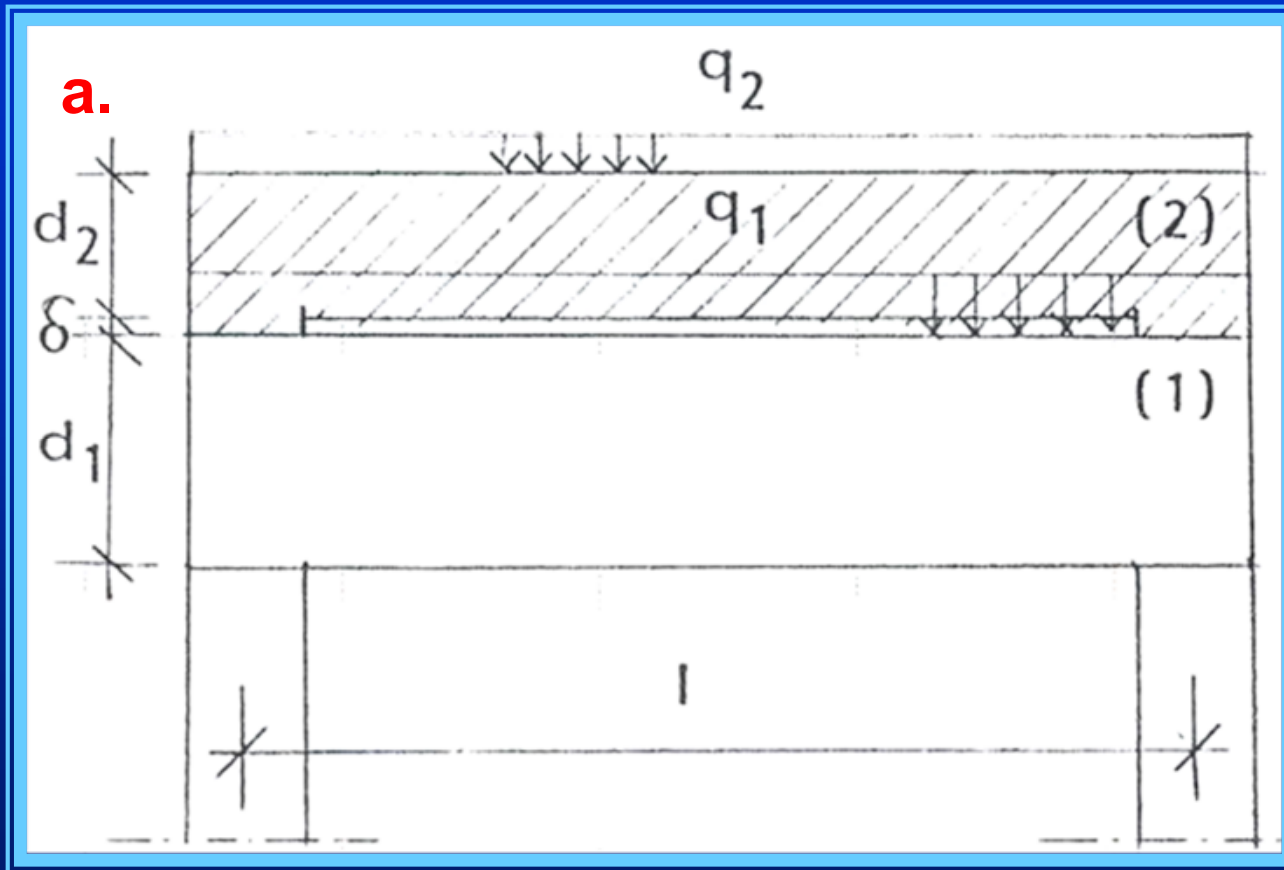
U slučajevima kada postojeća konstrukcija nije u stanju da prihvati određeno dodatno opterećenje, problem se može rešiti tako što će se za prihvatanje tog opterećenja iskoristiti **susedni konstrukcijski elementi** koji su to u stanju

Takav sistem sanacije podrazumeva uvođenje potpuno **novog konstrukcijskog sistema**, koji će omogućiti da se konstrukcija nedovoljne nosivosti u potpunosti, ili delimično **rastereti**

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE

KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI



*Prenošenje
opterećenja sa
prostih greda na
stubove dovoljnih
nosivosti*

- a. Celokupno opterećenje q_2 se može poveriti jednoj **novoj gredi** (2) izvedenoj iznad postojeće grede (1) sa određenim **međurazmakom** " δ " (zazorom)

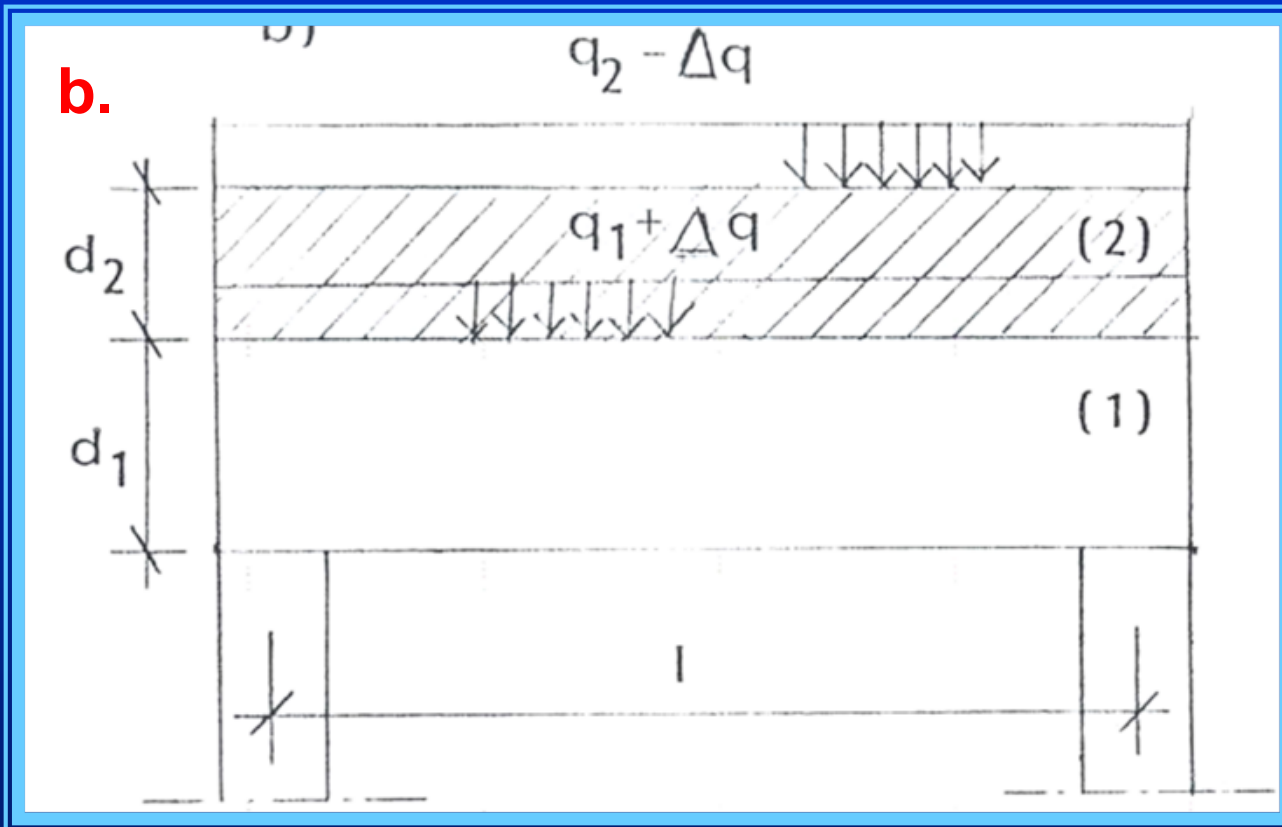
KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE **PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE** **KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI**

Za prikazani slučaj prenošenja opterećenja na susedne stubove, pomoću dodatno izbetonirane grede, koja je fizički odvojena od postojeće grede, proračun se svodi na:

dimensionisanje nove grede (2)
izložene opterećenju q_2

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI



Prenošenje opterećenja sa prostih greda na stubove dovoljnih nosivosti

b. Nova greda (2), koja je izbetonirana preko grede (1) bez ikakvog međurazmaka, može da “prihvati” smanjeno opterećenje $q_2 - \Delta q$, a postojeća greda (1) ukupno opterećenje $q_1 + \Delta q$

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

Za prikazani slučaj konstrukcijske sanacije, pod pretpostavkom poznatih opterećenja q_1 i q_2 , prvo treba odrediti vrednost Δq .

Nakon toga treba postaviti uslov jednakosti krivina greda (1) i (2):

$$\frac{M_1}{E_1 I_1} = \frac{M_2}{E_2 I_2}$$

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

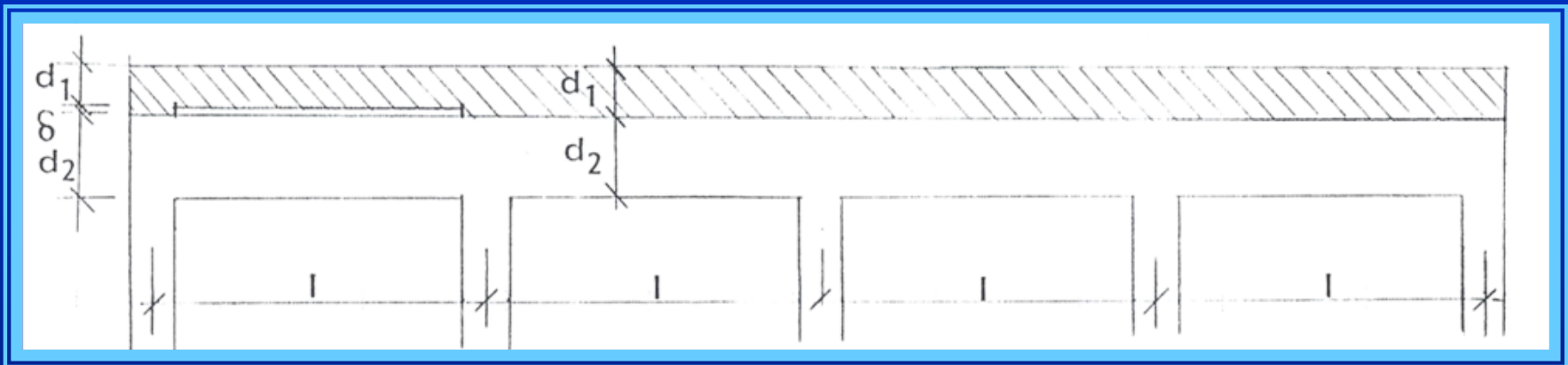
Ako se u prethodnom izrazu umesto M_1 i M_2 uvrste maksimalne vrednosti momenata za grede (1) i (2), dobija se konačni izraz:

$$I_2 = \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{q_2 - \Delta q}{q_1 + \Delta q} \cdot I_1$$

Ovaj izraz može da se iskoristi za određivanje geometrijskih karakteristika grede (I_2), a nakon toga, na bazi poznatog momenta M_2 , može da se izračuna i potrebna armatura nove grede

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

Primer sanacije - ojačanja kontinualnog nosača

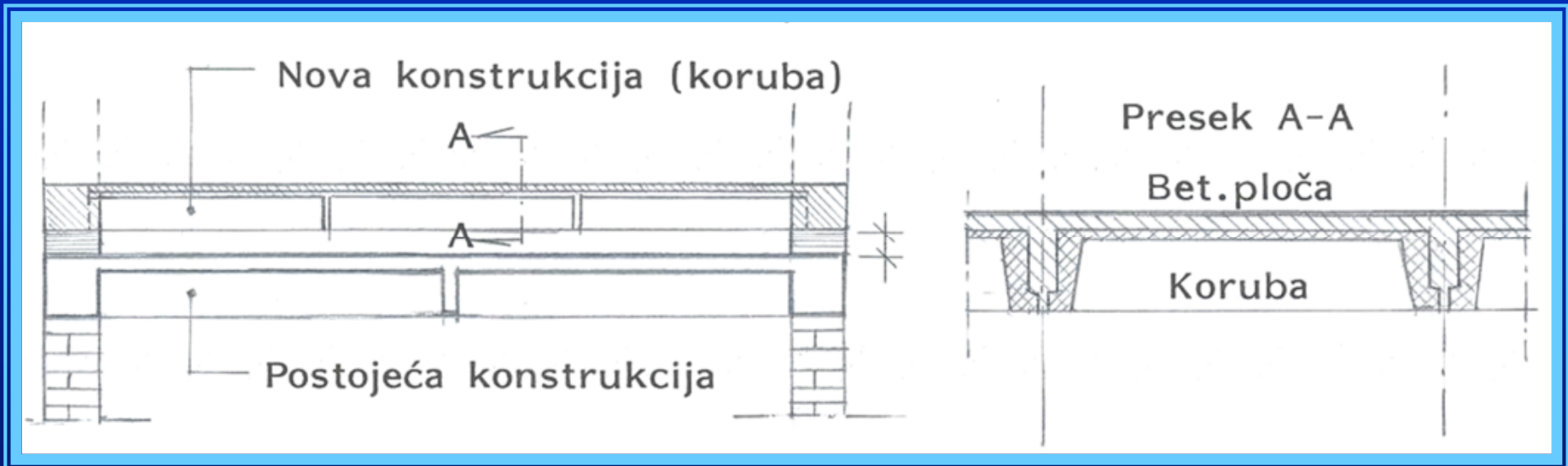


Kod kontinualnih nosača, opisani postupak se može primeniti ili samo u jednom polju, ili u više polja, pri čemu u pojedinim poljima može, ali i ne mora, da bude uspostavljen kontinuitet

Problem se može rešiti i izvođenjem niza prostih greda

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

Primer ojačanja međuspratne konstrukcije



**Nova međuspratna konstrukcija izvedena iznad postojeće
(sistem montažnih koruba koje nemaju kontakt sa
postojećom međuspratnom konstrukcijom)**

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

Primer ojačanja međuspratne konstrukcije



Nova međuspratna konstrukcija izvedena iznad postojeće
(puna AB ploča koja se oslanja na postojeću
međuspratnu konstrukciju)

Povećanje nosivosti međuspratnih konstrukcija

$$A_a \approx M_u / (\sigma_v \cdot 0,9h),$$

$$A_a \approx M_{u,prim} / [\sigma_v \cdot 0,9(h + \Delta h)].$$



$$M_{u,prim} / M_u = 1 + \Delta h / h$$

Uz pretpostavku:

$$M_u \approx 1,7M_q$$

$$M_{u,prim} \approx 1,7M_q + 1,7\Delta M_q$$



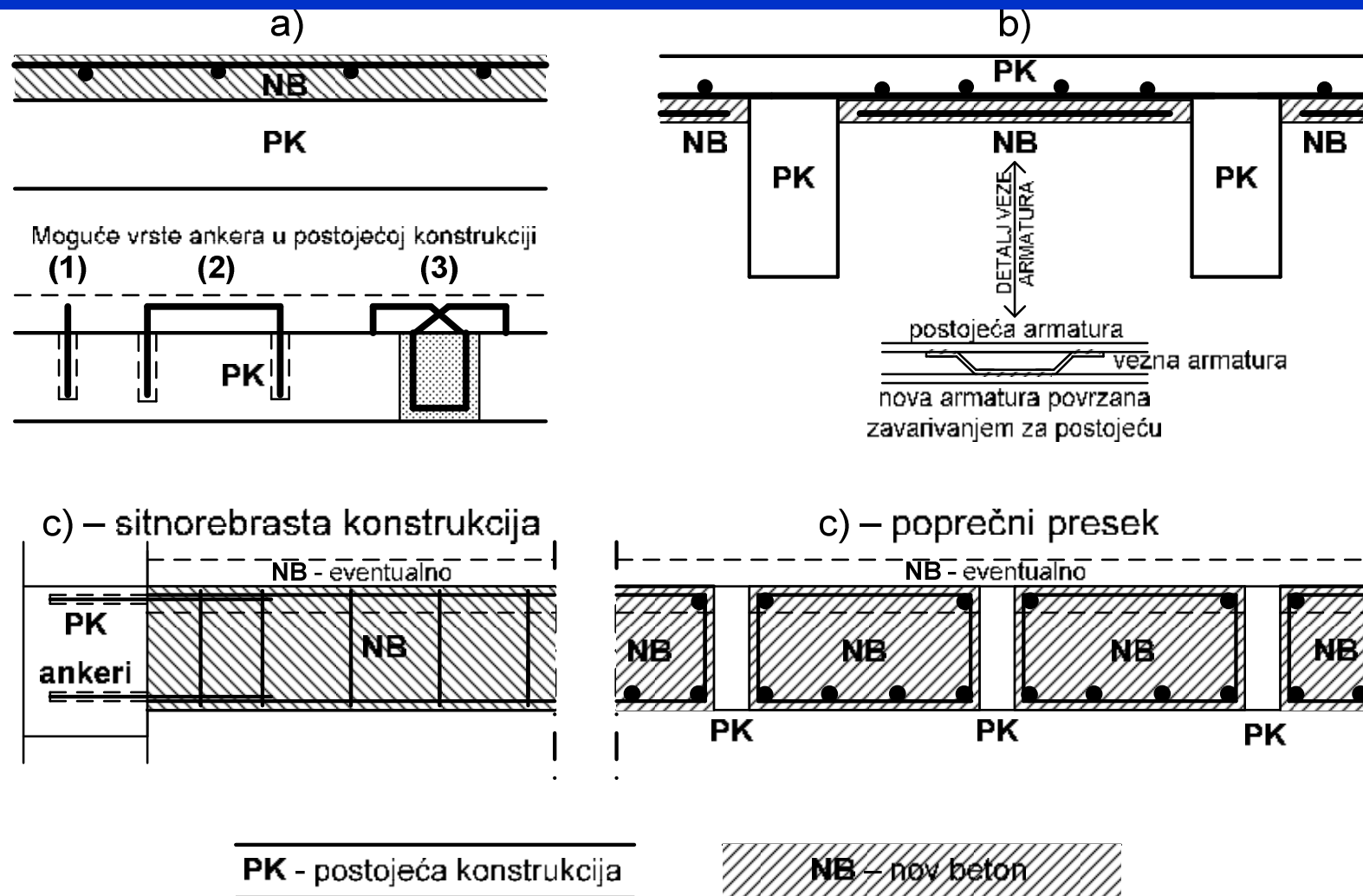
$$M_{u,prim} / M_u = 1 + \Delta M_q / M_q$$



$$\Delta M_q / M_q = \Delta h / h$$

$\Delta h / h = \Delta M_q / M_q$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$M_{u,prim} / M_u$	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50

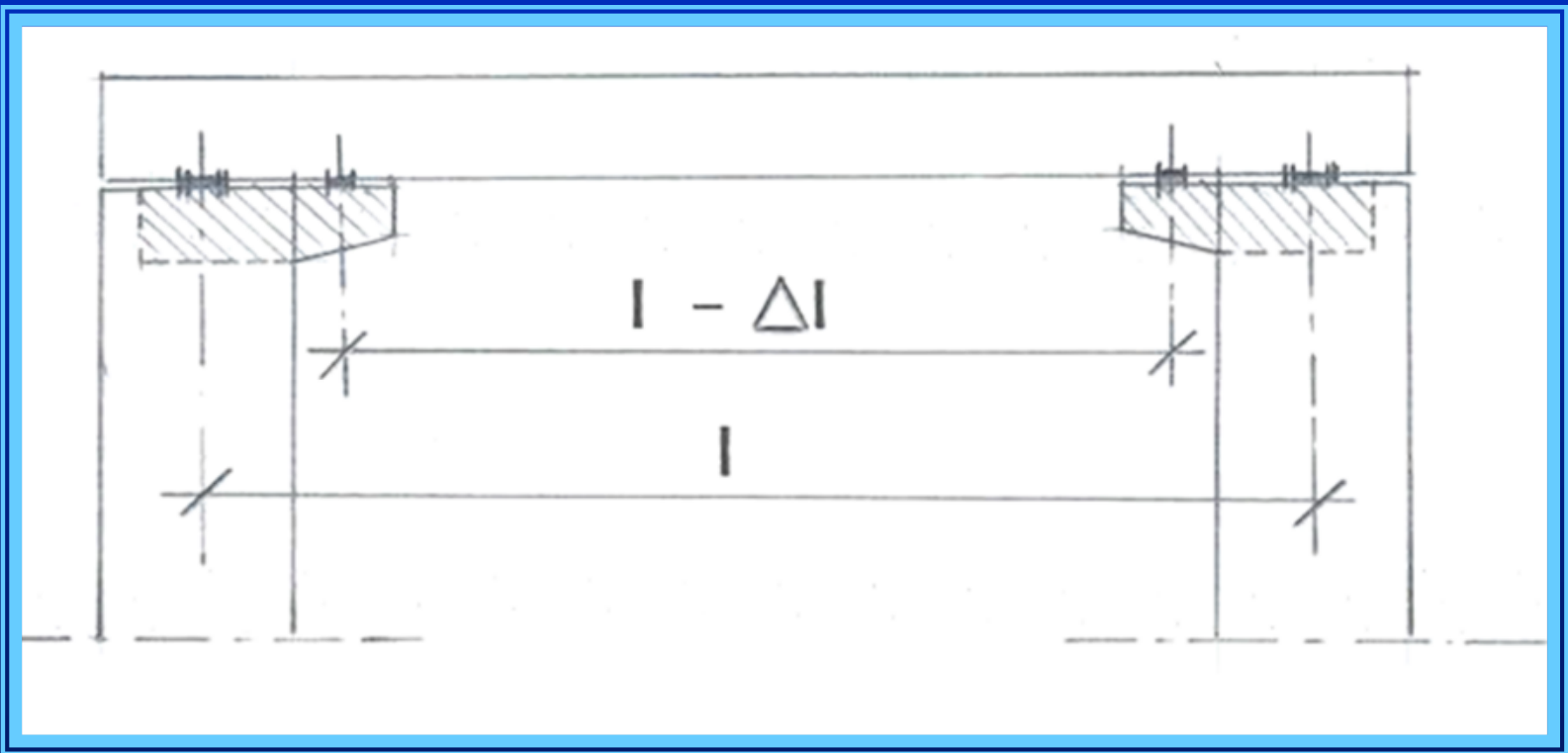
Povećanje nosivosti međuspratnih konstrukcija



***Mogući načini ojačanja tri tipa međuspratnih konstrukcija:
a) - pune ploče, b) - ploče sa rebrima, c) - sitnorebraste
međuspratne konstrukcije***

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

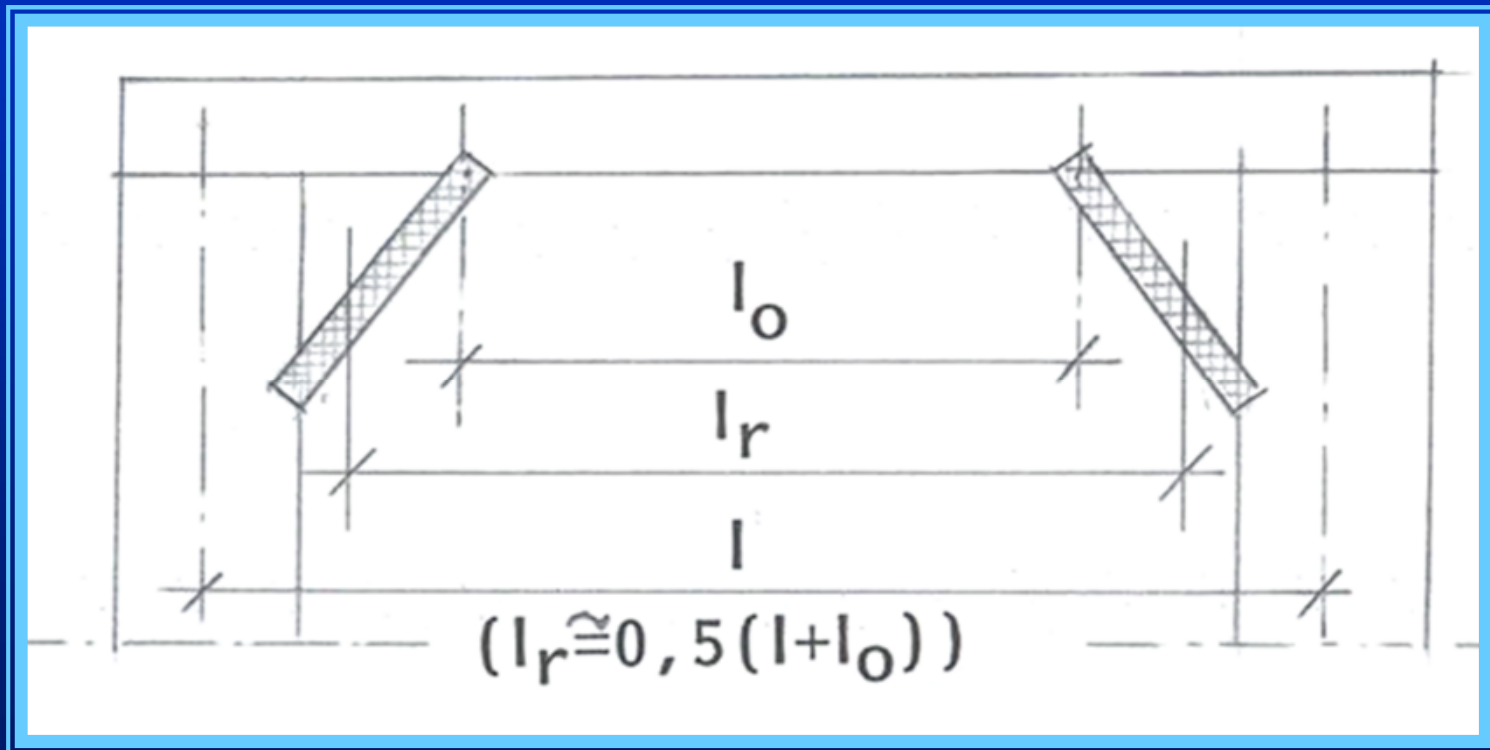
PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI



*Smanjivanje raspona prostih greda
pomoću kratkih elemenata*

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

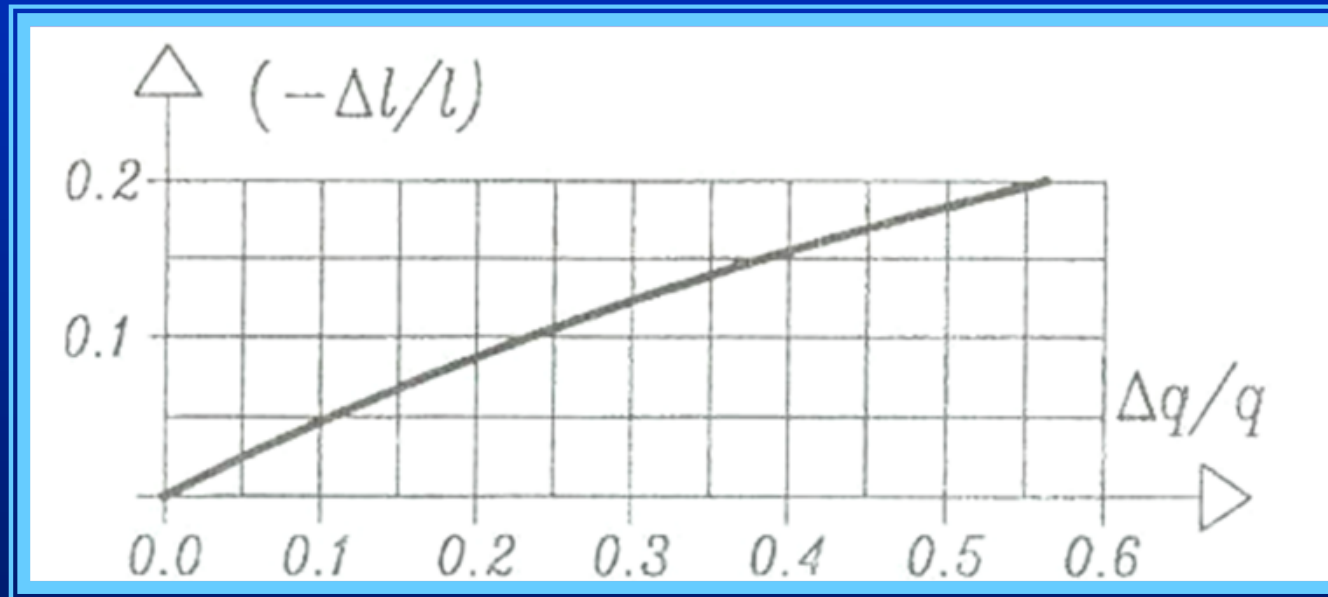
Primer sanacije-ojačavanja prostih greda



*Smanjivanje raspona prostih greda
pomoću kosnika*

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

Efikasnost prikazanih postupaka povećanja nosivosti greda, može se ilustrovati zavisnošću između parametara $\Delta q/q$ i $\Delta l/l$:

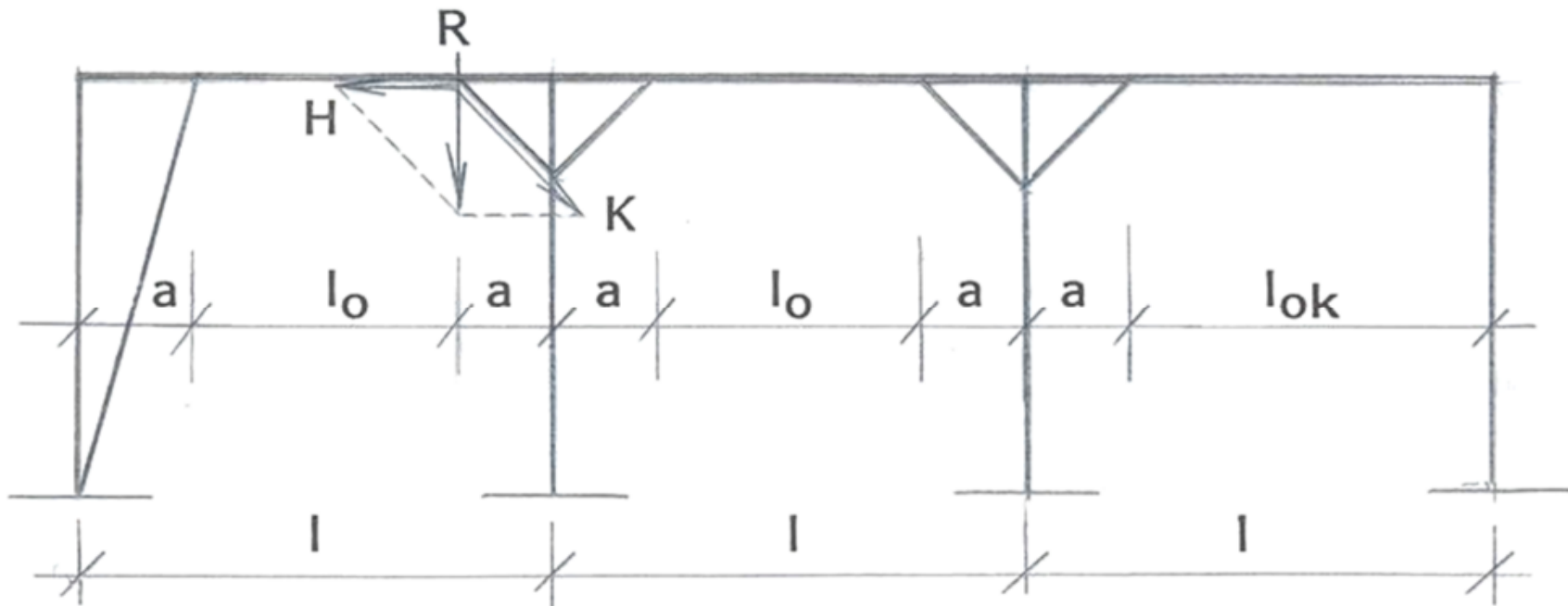


Funkcija
 $(\Delta q/q) - (\Delta l/l)$

- q - opterećenje koje je nosač bio u stanju da prihvati pre smanjivanja raspona,
- Δq - dodatno opterećenje koje nosač može da prihvati nakon smanjivanja raspona.

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PRENOŠENJE OPTEREĆENJA NA SUSEDNE KONSTRUKCIJSKE ELEMENTE DOVOLJNE NOSIVOSTI

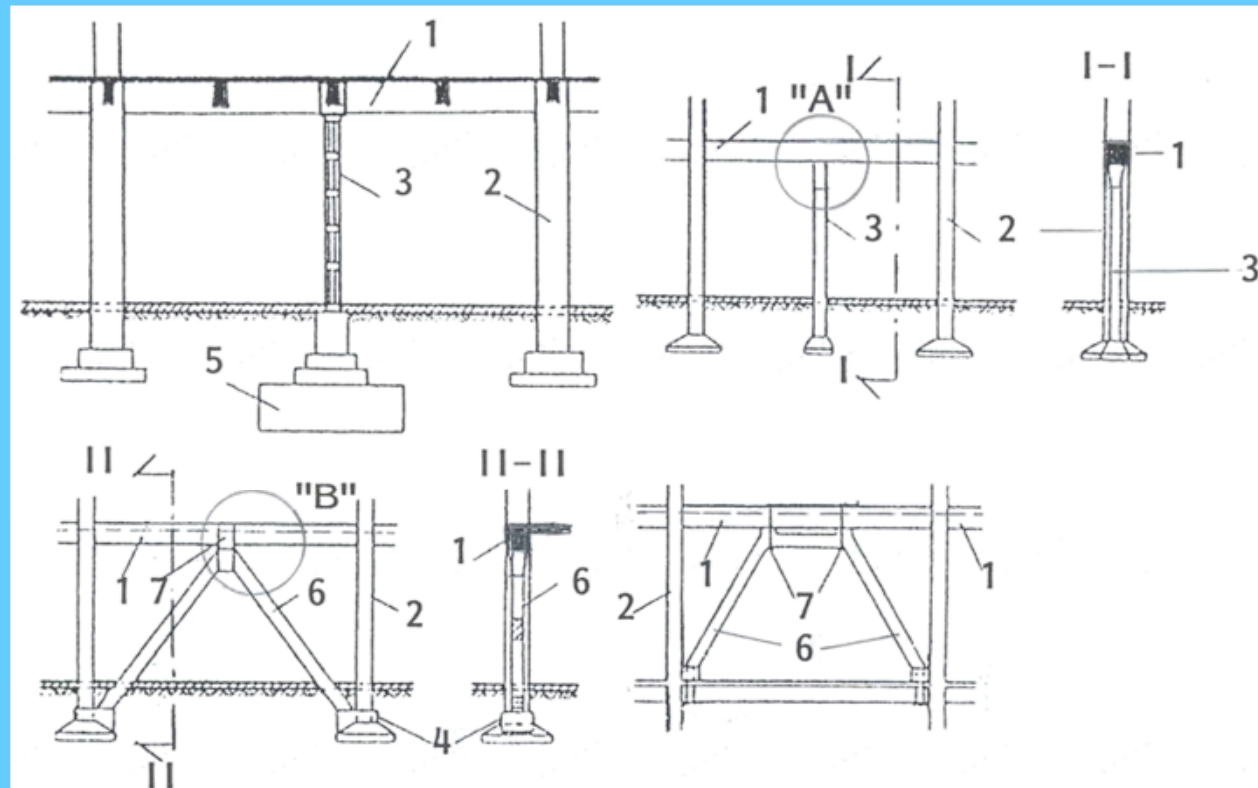
Primer sanacije - ojačanja kontinualnih nosača



*Smanjivanje raspona kontinualnih nosača pomoću
novoizvedenih kosnika*

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

IZRADA DOPUNSKIH KRUTIH OSOLONACA

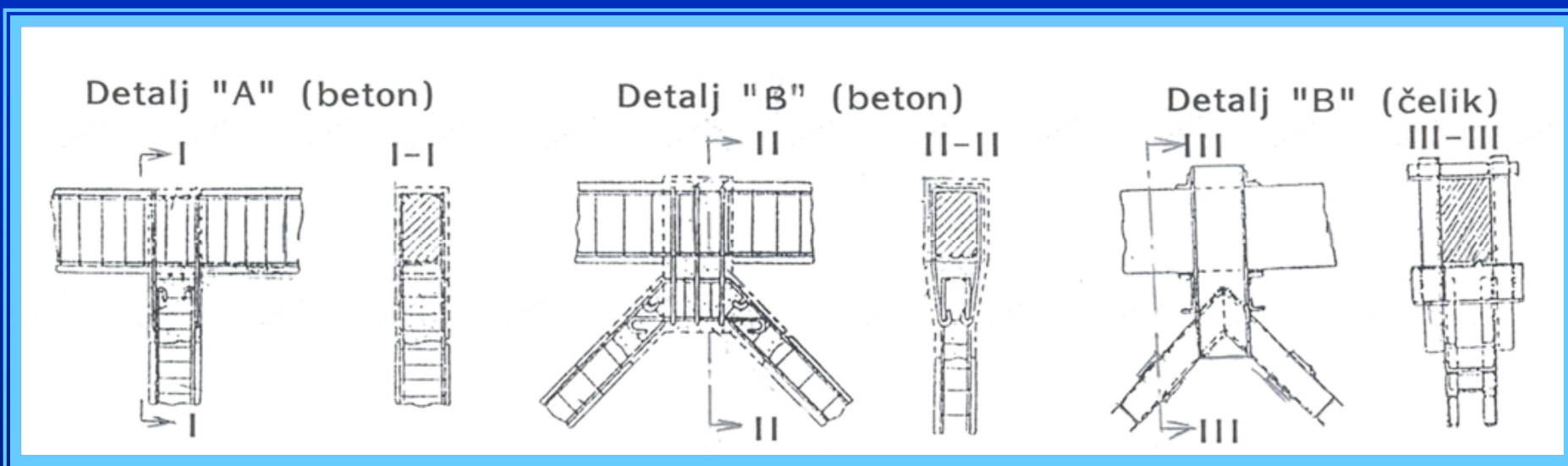


- 1.- postojeći nosač (rigla); 2.- postojeći stub;
 3.- novi stub; 4.- postojeći temelj; 5.- nov temelj;
 6.- nov kosnik; 7.- veza između kosnika i rigle

Mogući načini izvođenja dopunskih krutih oslonaca

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

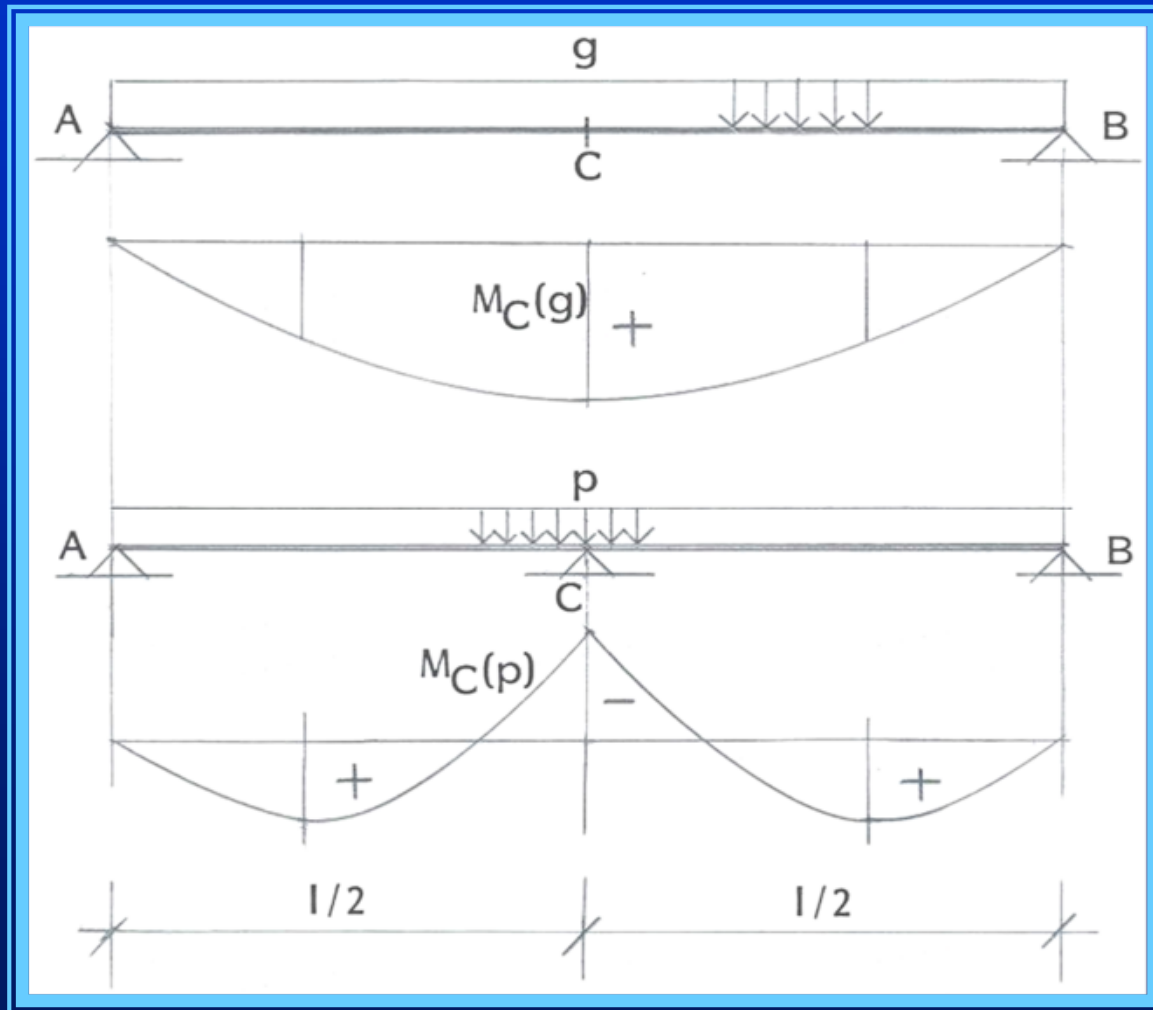
IZRADA DOPUNSKIH KRUTIH OSOLONACA



Primeri detalja veza pri izvođenju dopunskih krutih oslonaca

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

IZRADA DOPUNSKIH KRUTIH OSOLONACA



ANALIZA

Momenti u prostoj gredi sa dopunskim osloncem u sredini raspona

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

IZRADA DOPUNSKIH KRUTIH OSOLONACA

ANALIZA

MOMENTI:

$$M_C = 0,125 \cdot g l^2 - 0,125 \cdot p \cdot (0,5 \cdot l)^2 = (0,125 \cdot g - 0,03125 \cdot p) \cdot l^2$$

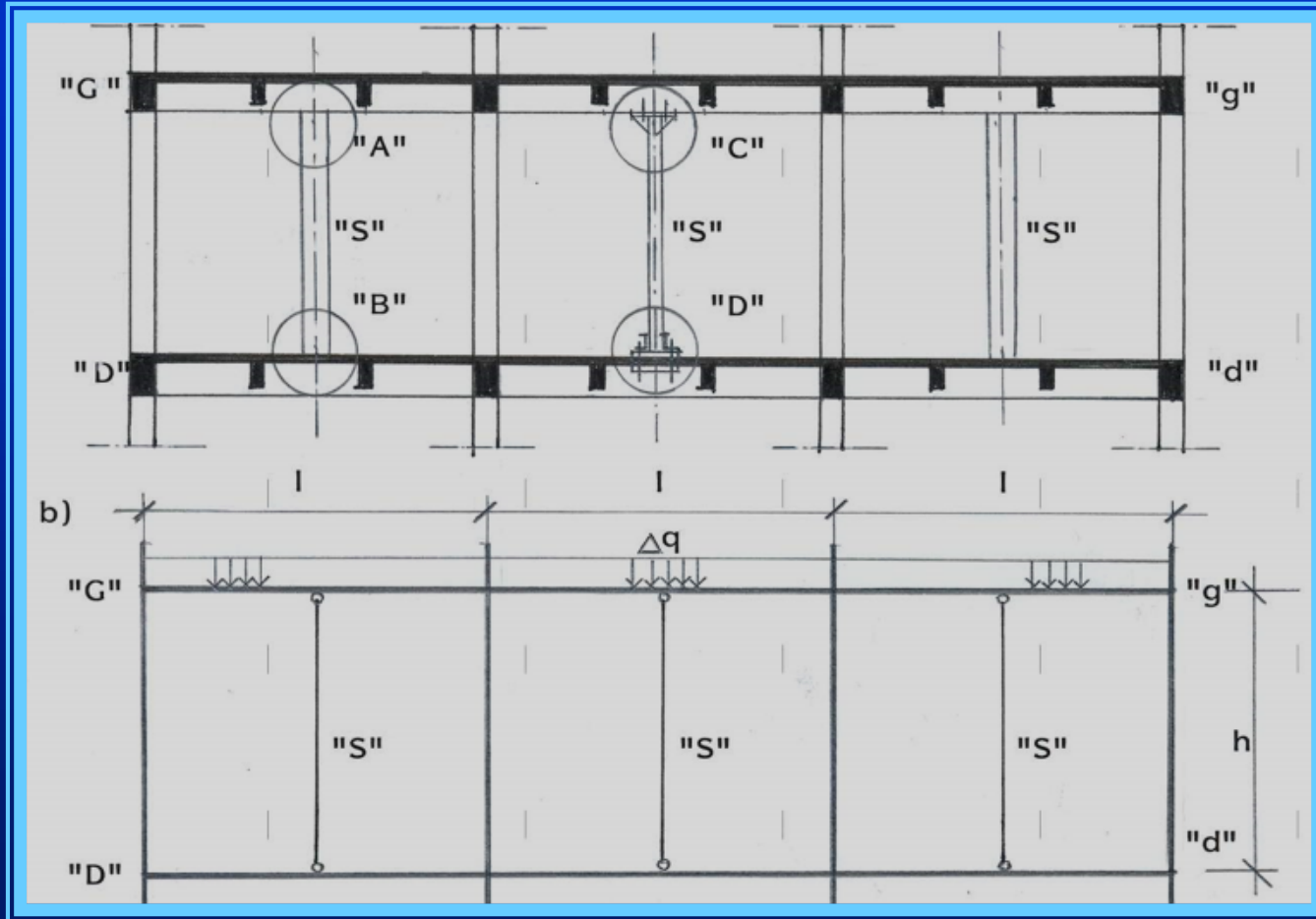
REAKCIJE:

$$A = 0,5 \cdot g l + 0,5 \cdot p(0,5l) - 0,125 \cdot p(0,5l) = (0,5 \cdot g + 0,1875 \cdot p) \cdot l$$

$$C = 2 \cdot [0,5 \cdot p \cdot (0,5 \cdot l) + 0,125 \cdot p \cdot (0,5 \cdot l)] = 0,625 \cdot p \cdot l$$

$$B = (0,5 \cdot g + 0,1875 \cdot p) \cdot l$$

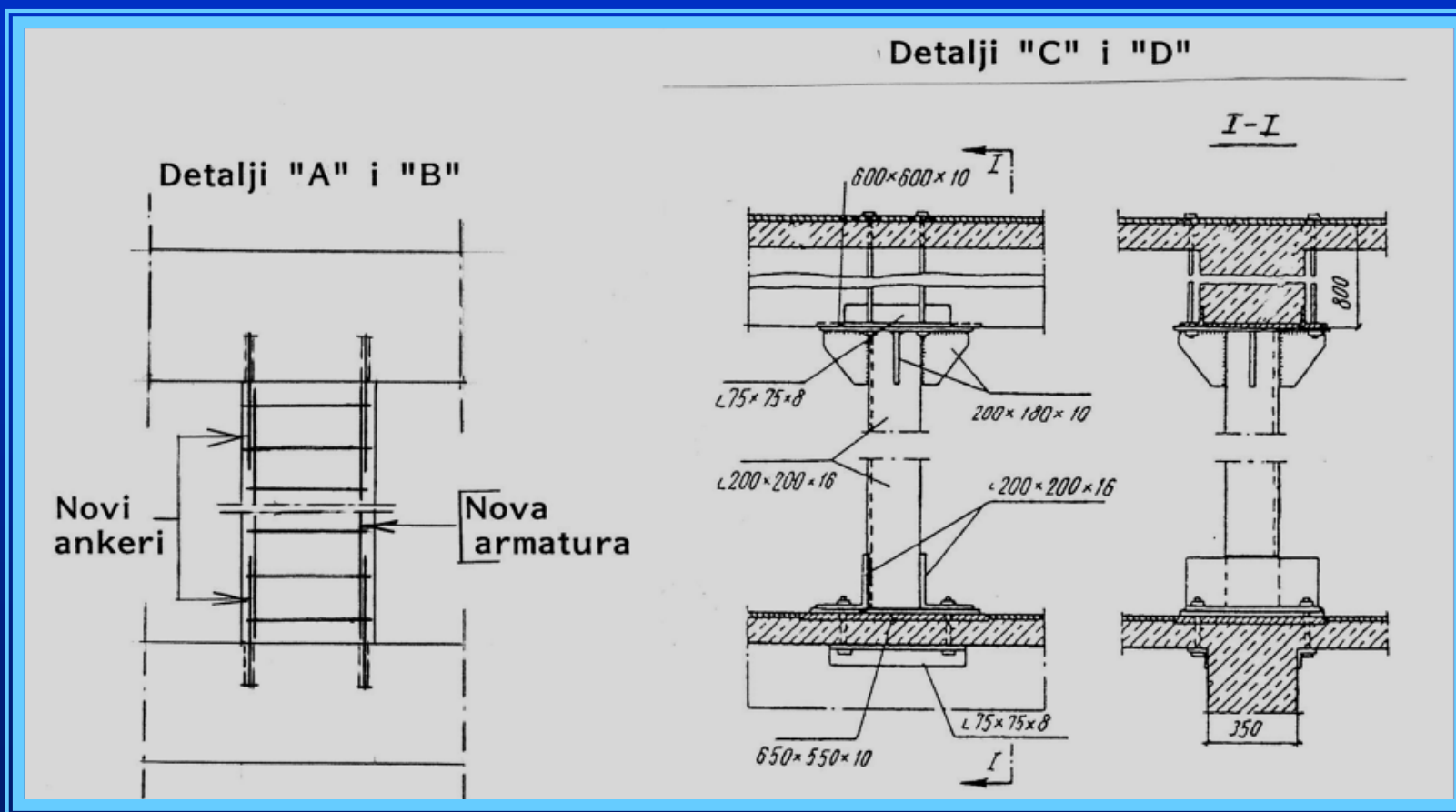
KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE IZRADA DOPUNSKIH ELASTIČNIH (POPUSTLJIVIH) OSLOKACA



Primer sanacije RIGLI ramovske konstrukcije uvođenjem dopunskih elastičnih oslonaca

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

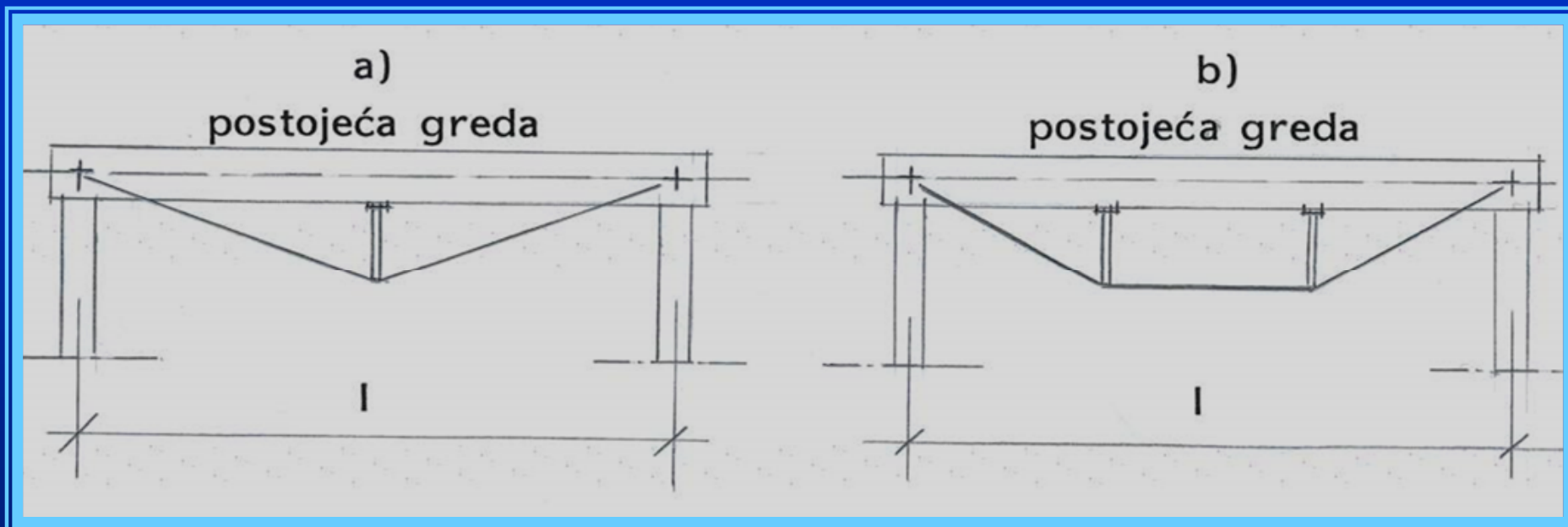
IZRADA DOPUNSKIH ELASTIČNIH (POPUSTLJIVIH) OSOLONACA



*Detalji izvođenja sanacije RIGLI ramovske konstrukcije
uvođenjem dopunskih elastičnih oslonaca*

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

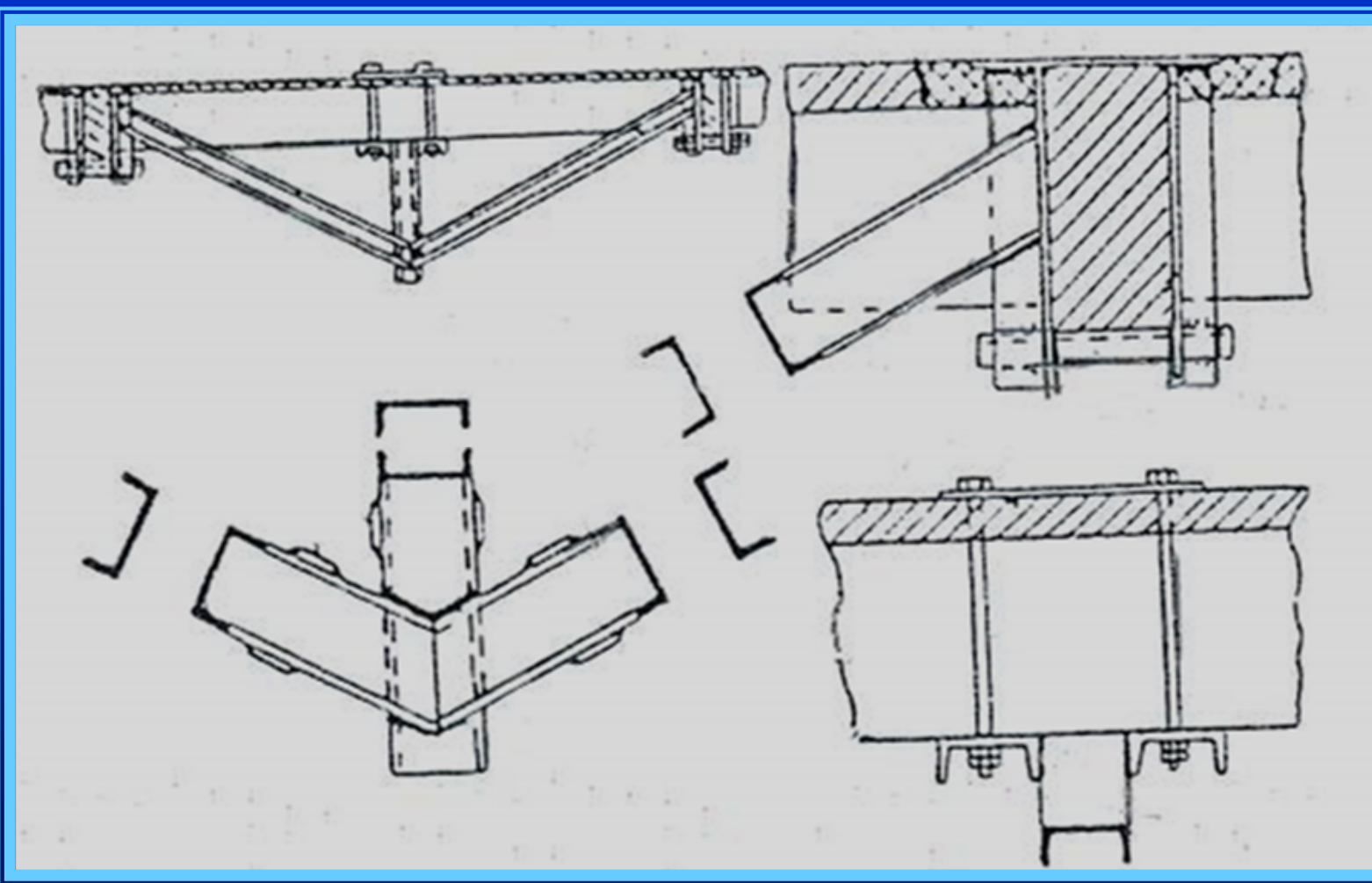
IZRADA DOPUNSKIH ELASTIČNIH (POPUSTLJIVIH) OSLOKACA



Primer sanacije GREDA dodavanjem novih elemenata donjeg pojasa

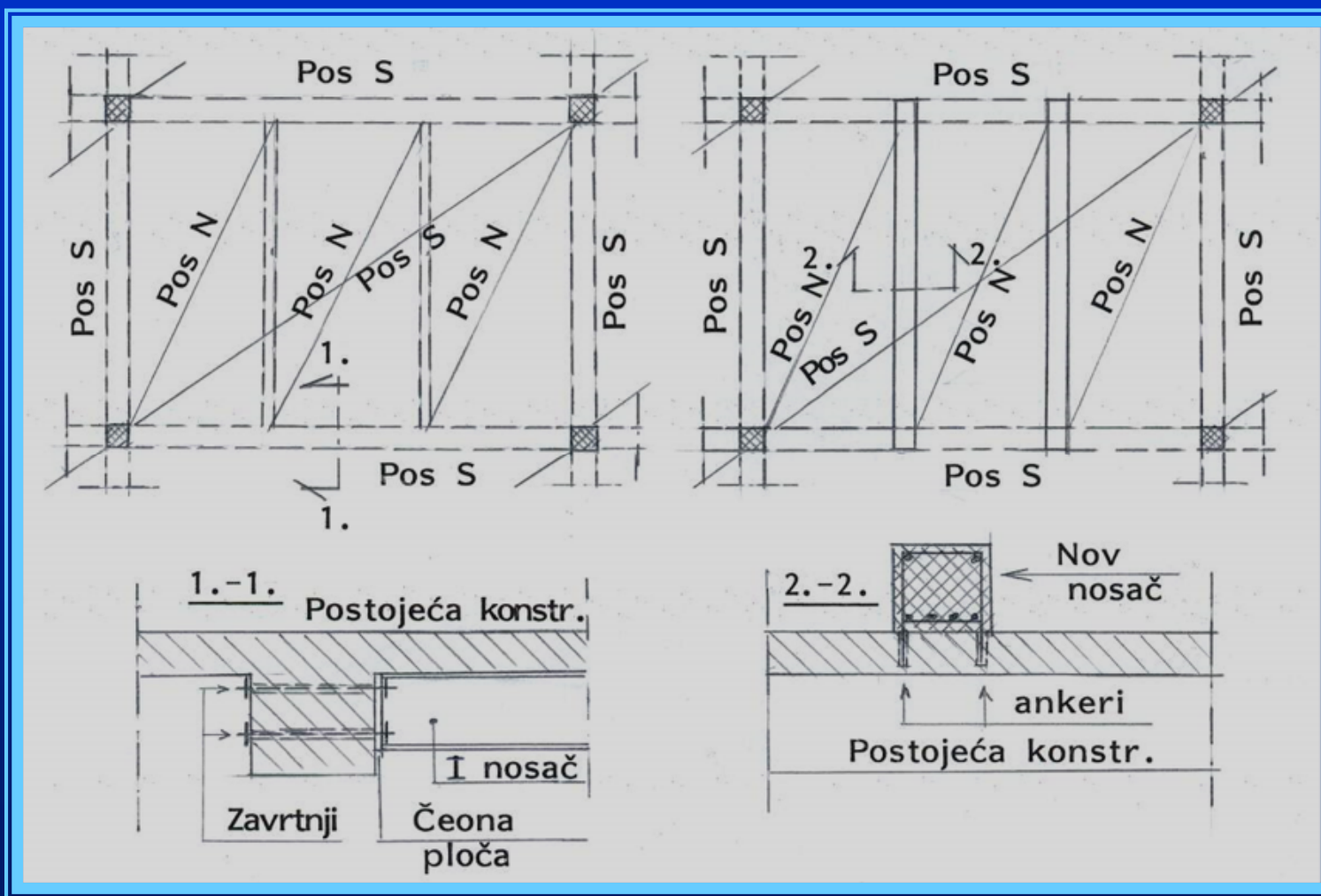
KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

IZRADA DOPUNSKIH ELASTIČNIH (POPUSTLJIVIH) OSLOKACA



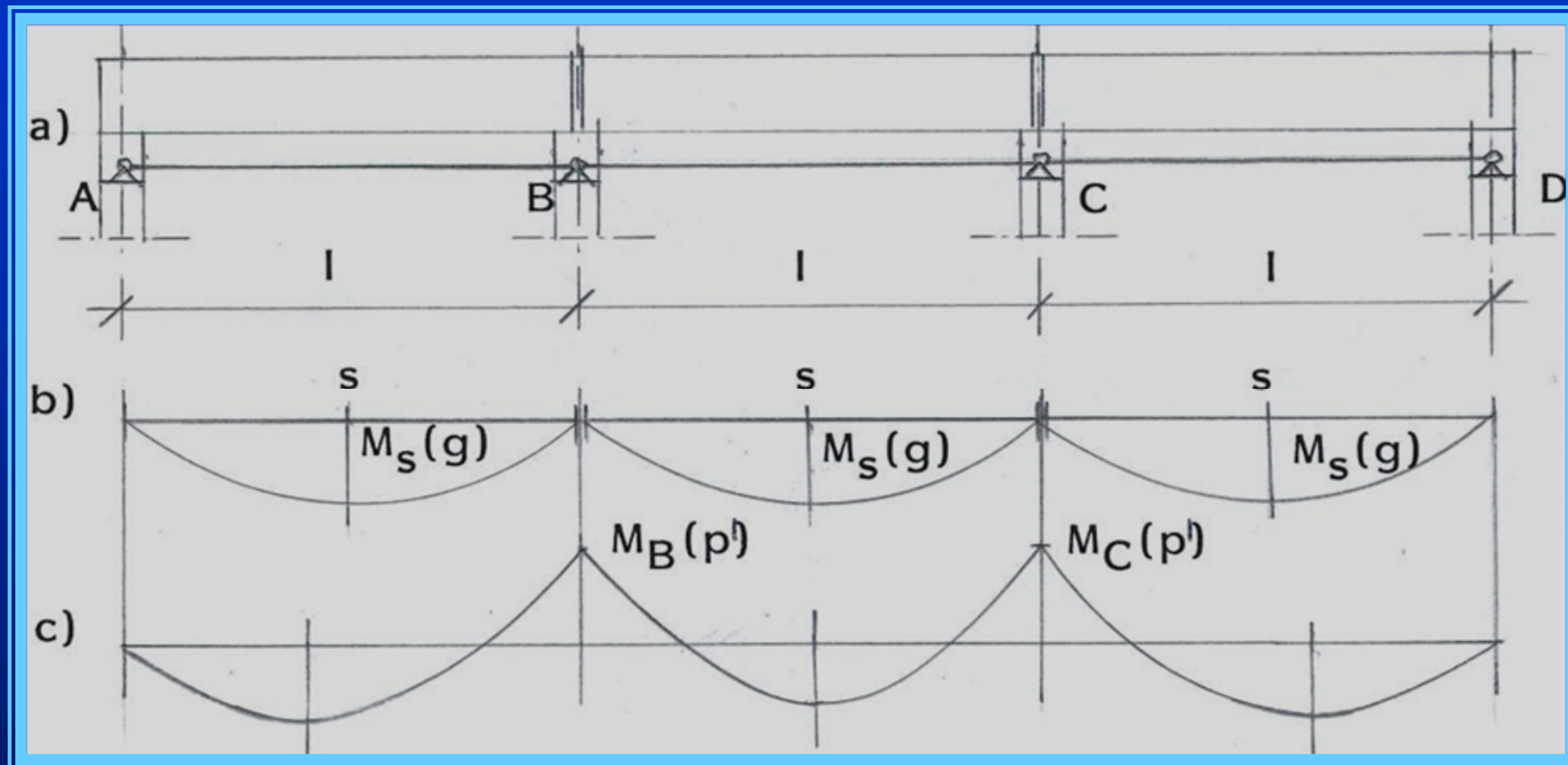
KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

IZRADA DOPUNSKIH ELASTIČNIH (POPUSTLJIVIH) OSOLONACA



Uvođenje novih oslonaca kao ojačanje AB PLOČE

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PROMENOM KONSTRUKCIJSKOG SISTEMA



Integrisanje prostih greda u kontinualni nosač

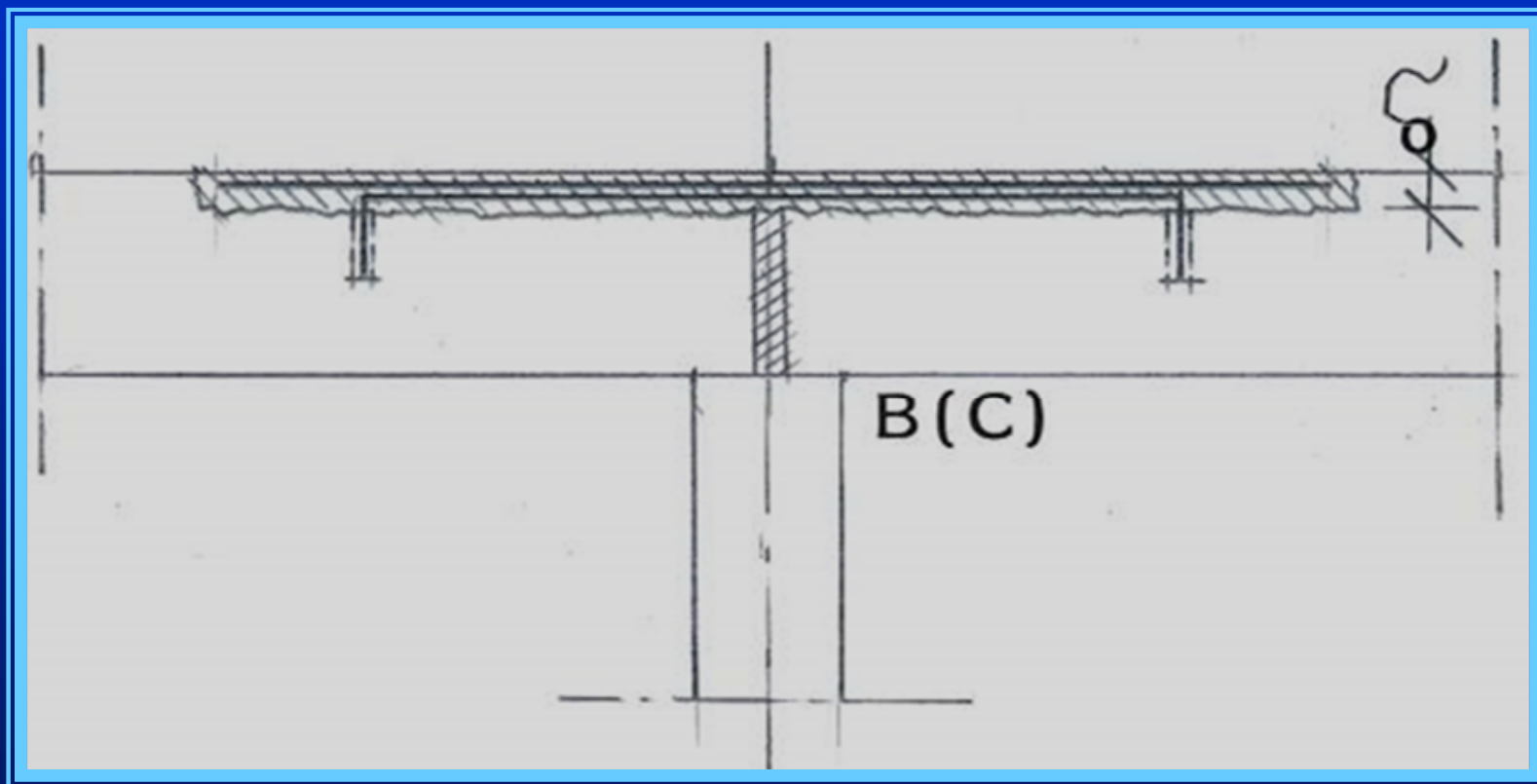
$$q = g + p$$

$$p' = p + \Delta p$$

$$M_B = M_C = 0.100 \cdot p' l^2$$

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PROMENOM KONSTRUKCIJSKOG SISTEMA

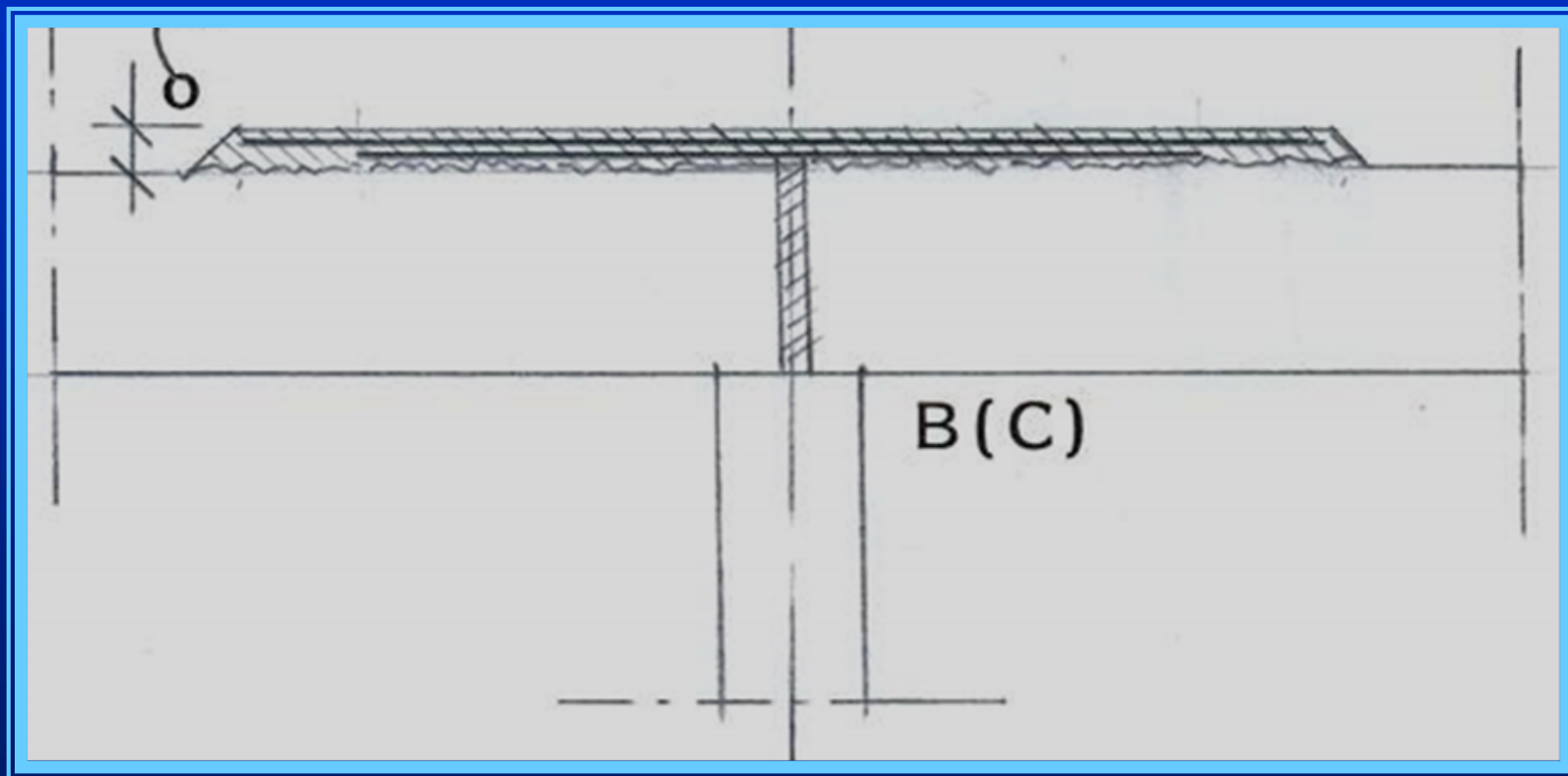
Proste grede → Kontinualna greda



Primer 1 - Ugrađivanja dodatne “negativne” armature

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PROMENOM KONSTRUKCIJSKOG SISTEMA

Proste grede → Kontinualna greda

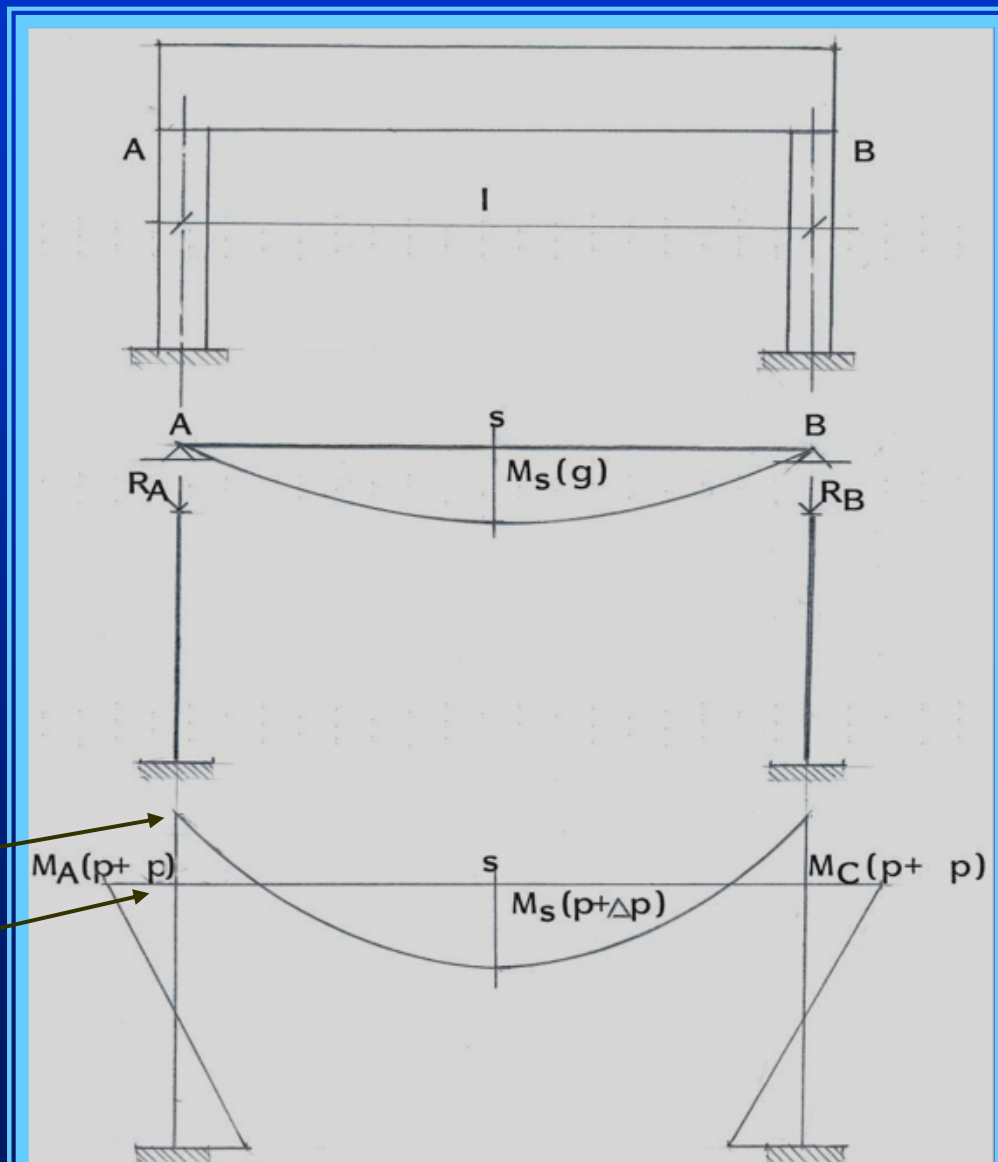


Primer 2 - Ugrađivanja dodatne “negativne” armature

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE PROMENOM KONSTRUKCIJSKOG SISTEMA

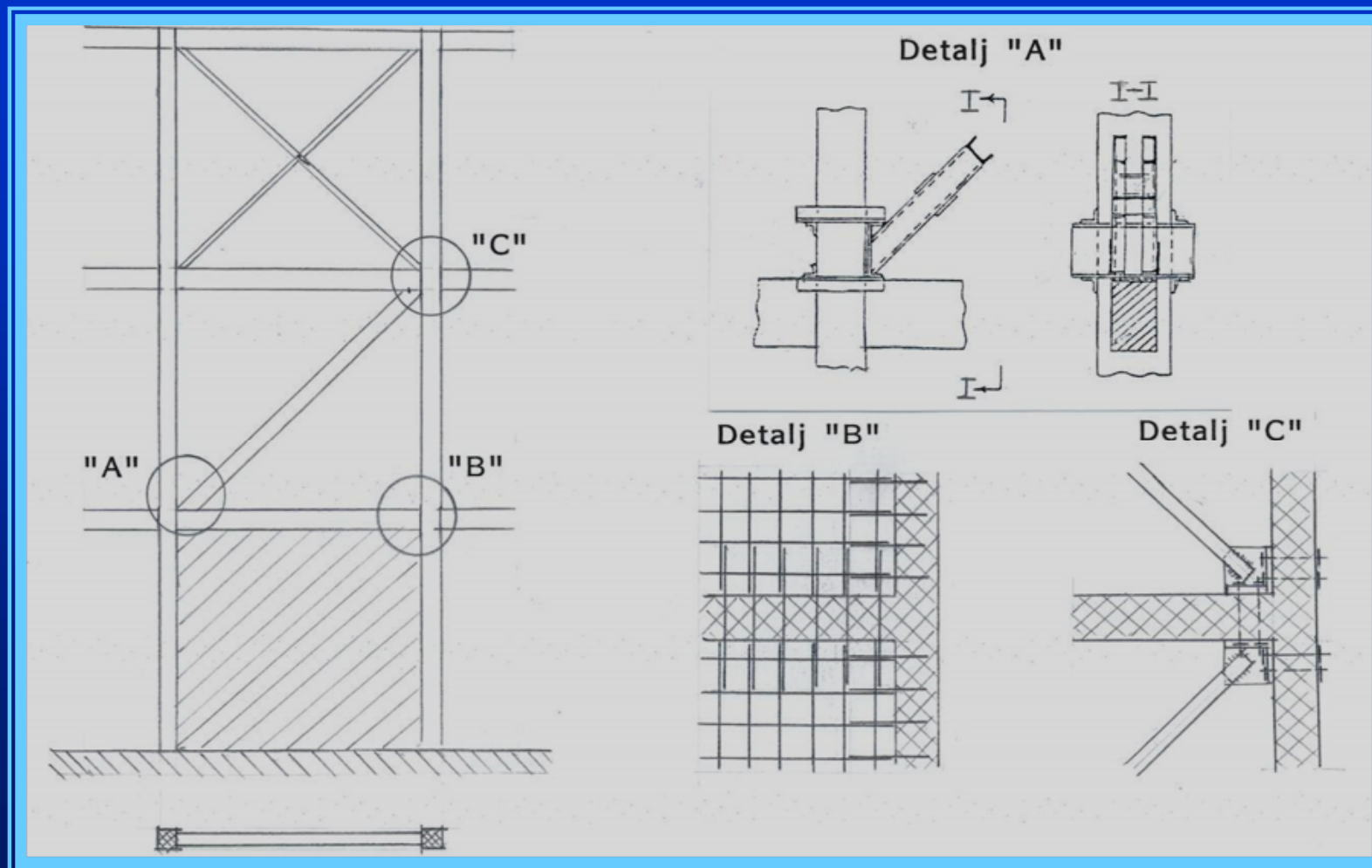
Integrisanje grede i stubova u ramovsku konstrukciju

Treba ugraditi dodatnu armaturu



KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Izvođenjem dodatnih ukrućenja



Izvođenje dodatnih ukrućenja u sklopu postojeće okvirne konstrukcije

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Ojačanja, ali i sanacije konstrukcija, mogu se izvesti "popravljanjem" njihovih nepovoljnih naponsko - deformacionih stanja primenom odgovarajućih postupaka **PREDNAPREZANJA**

Zavisno od načina vođenja kablova za prednaprezanje kroz određenu betonsku konstrukciju, u njoj se pri zatezanju kablova proizvode uticaji koji su po znaku, **suprotni** od uticaja koje proizvode uobičajena vertikalna - gravitaciona opterećenja

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

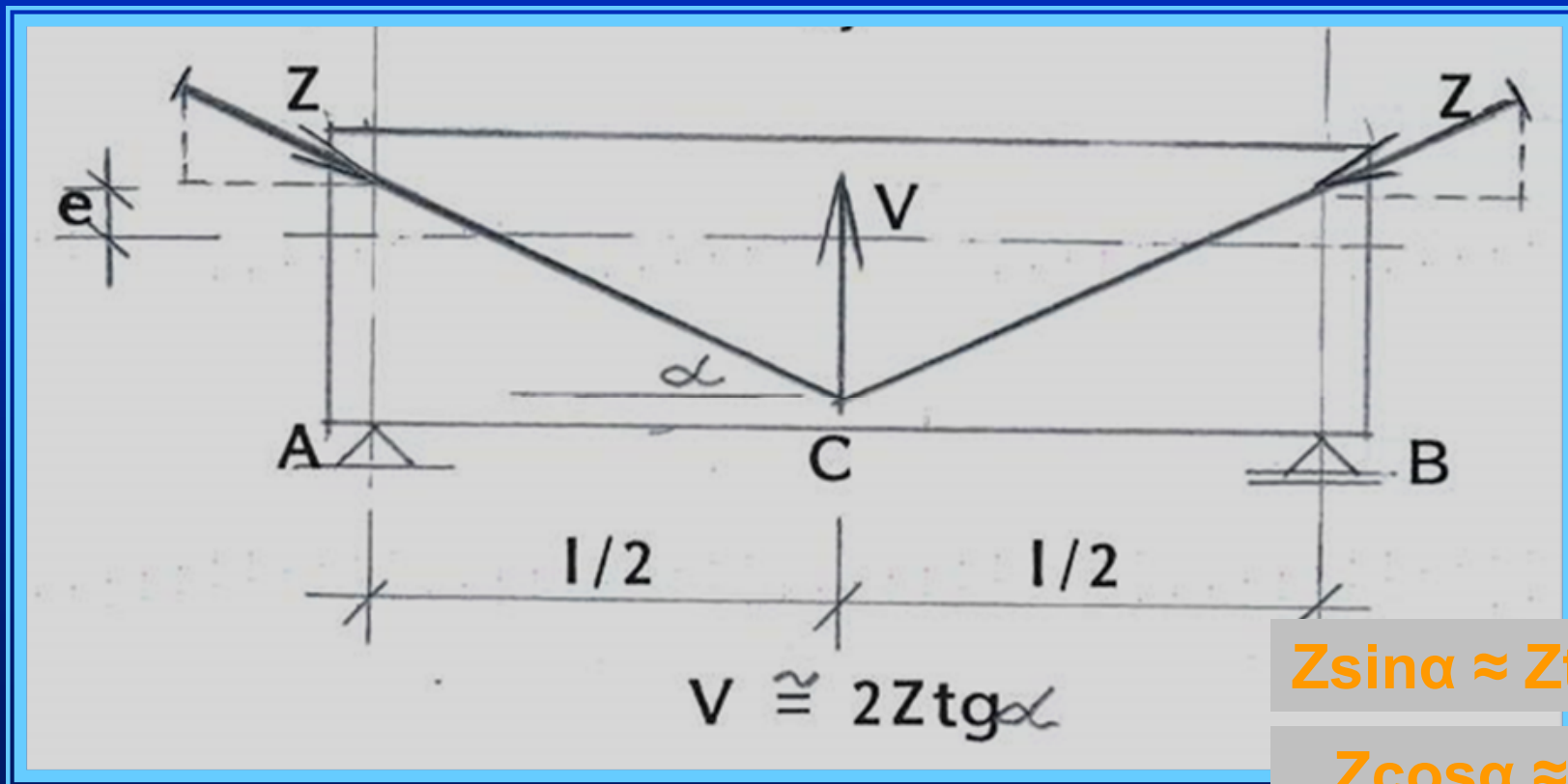
Primenom postupka prednaprezanja, kod elemenata izloženih savijanju, može se na ovaj način smanjiti, pa čak i **poništiti prsline i deformacije**, a takođe i ostvariti značajno **POVEĆANJE NOSIVOSTI**

Kada je reč o ojačanjima i sanacijama, kablovi za prednaprezanje se gotovo uvek vode van preseka postojećih konstrukcija i, po pravilu, imaju **pravolinijske ili poligonalne trase**

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Sistem sa jednom
“skretnom” silom

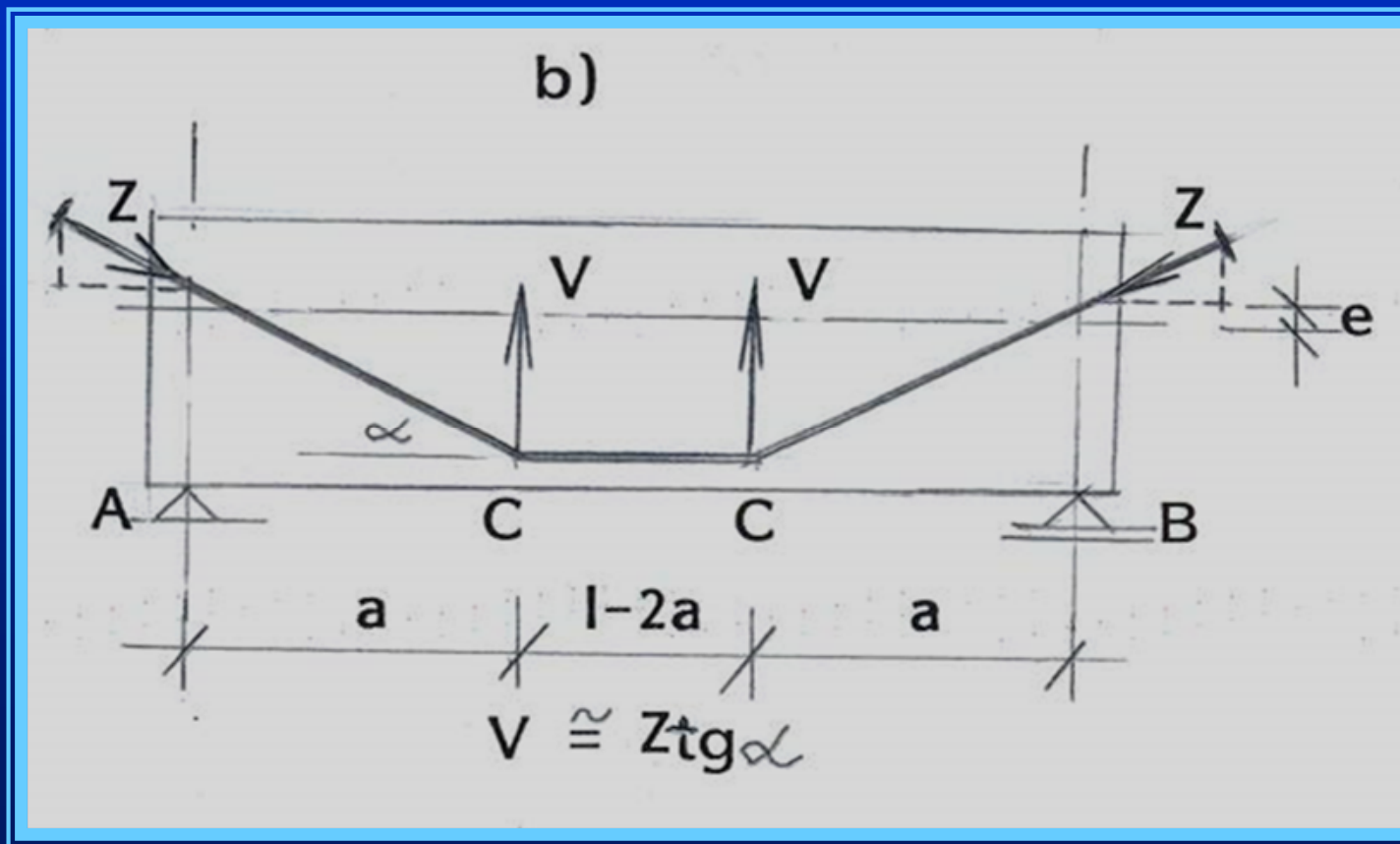


Ekvivalentno opterećenje

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Sistem sa dve
“skretne” sile



Ekvivalentno opterećenje

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

ZAKLJUČAK

U najopštijem slučaju vođenja kablova od oslonca "A - B", kablovi u gredi proizvode jedan uravnotežen sistem sila -

“ekvivalentno opterećenje”

To znači da taj sistem ne proizvodi nikakve reakcije u oslonačkim tačkama A i B proste grede

Međutim, greda "A-B", osim dodatnog naprezanja od ekvivalentnog opterećenja, podnosi i određene deformacije

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

ZAKLJUČAK:

Pri primeni kablova za prednaprezanje za ojačanje postojećih konstrukcija, mogu se formulirati sledeći bitni stavovi:

- delovanje kablova za prednaprezanje pri proračunu konstrukcija može se razmatrati kao uticaj ekvivalentnog opterećenja - **skretnih sila i koncentrisanih sila** na mestima kotvljenja kablova
- prednaprezanje **statički određenih konstrukcija**, zbog uravnoteženosti ekvivalentnog kablovskog opterećenja, **ne dovodi do pojave reakcija oslonaca**

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

ZAKLJUČAK

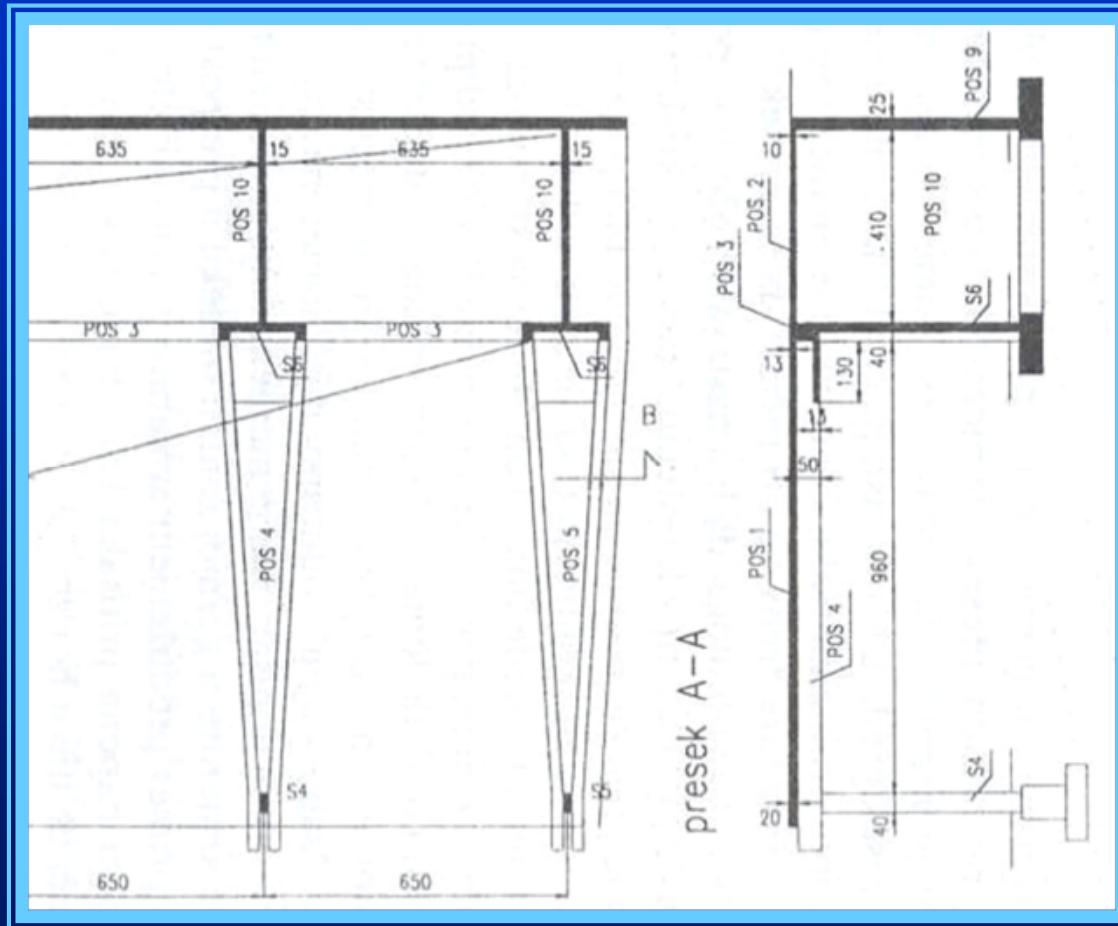
- pri prednaprezanju **statički neodređenih konstrukcija**, s obzirom da ekvivalentno opterećenje proizvodi deformacije elemenata, u takvim sistemima se javljaju i određene reakcije oslonaca (te reakcije proizvode dodatne momente, transversalne i normalne sile - tzv. **PARAZITNE UTICAJE**)
- ukoliko se primenjuje **veći broj kablova**, njihov zbirni efekat se može prikazati u vidu uticaja tzv. **rezultantnog kabla** - kabla koji zamenjuje sve kablove koji se koriste za prednaprezanje.

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Prvi primer



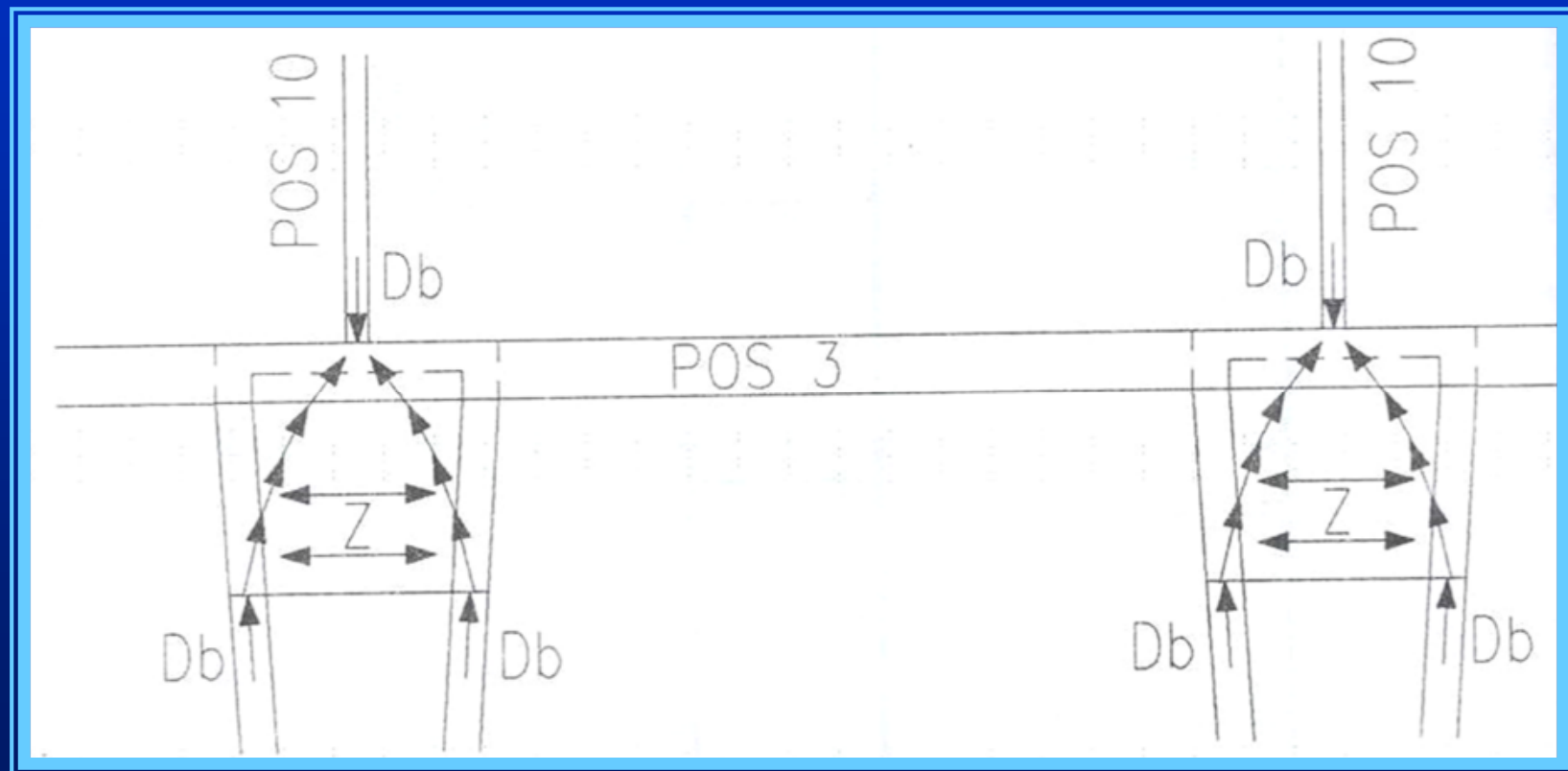
Dispozicija konstrukcije objekta

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Prvi primer



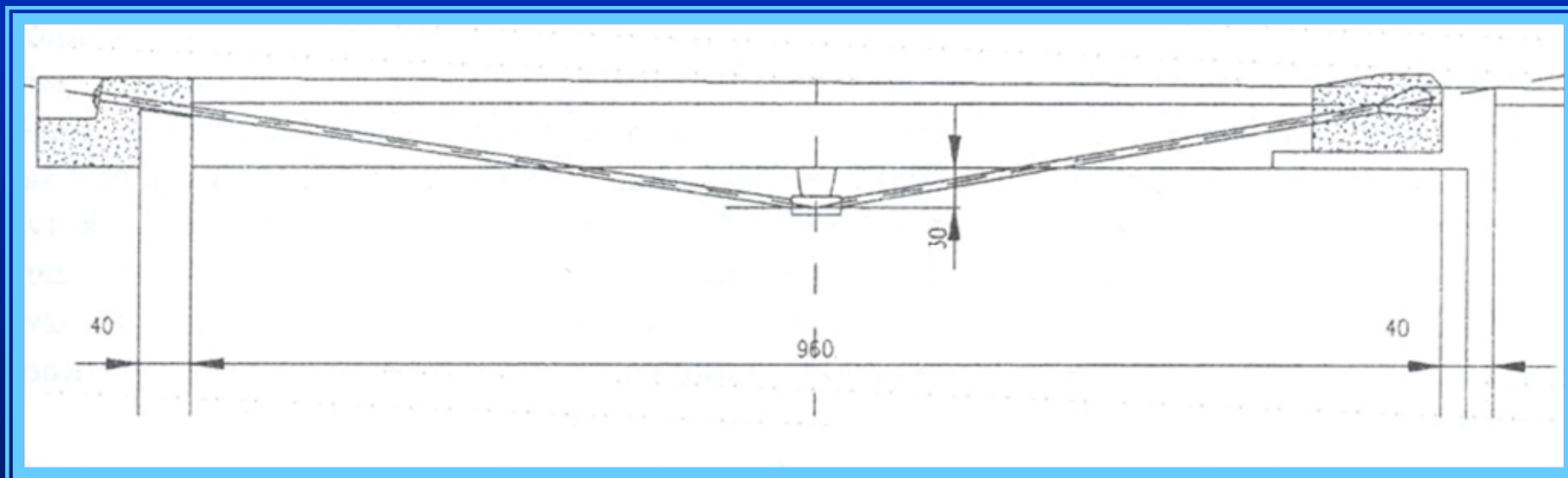
Trajektorije napona pritiska i sile cepanja "Z" u donjoj ploči

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Prvi primer



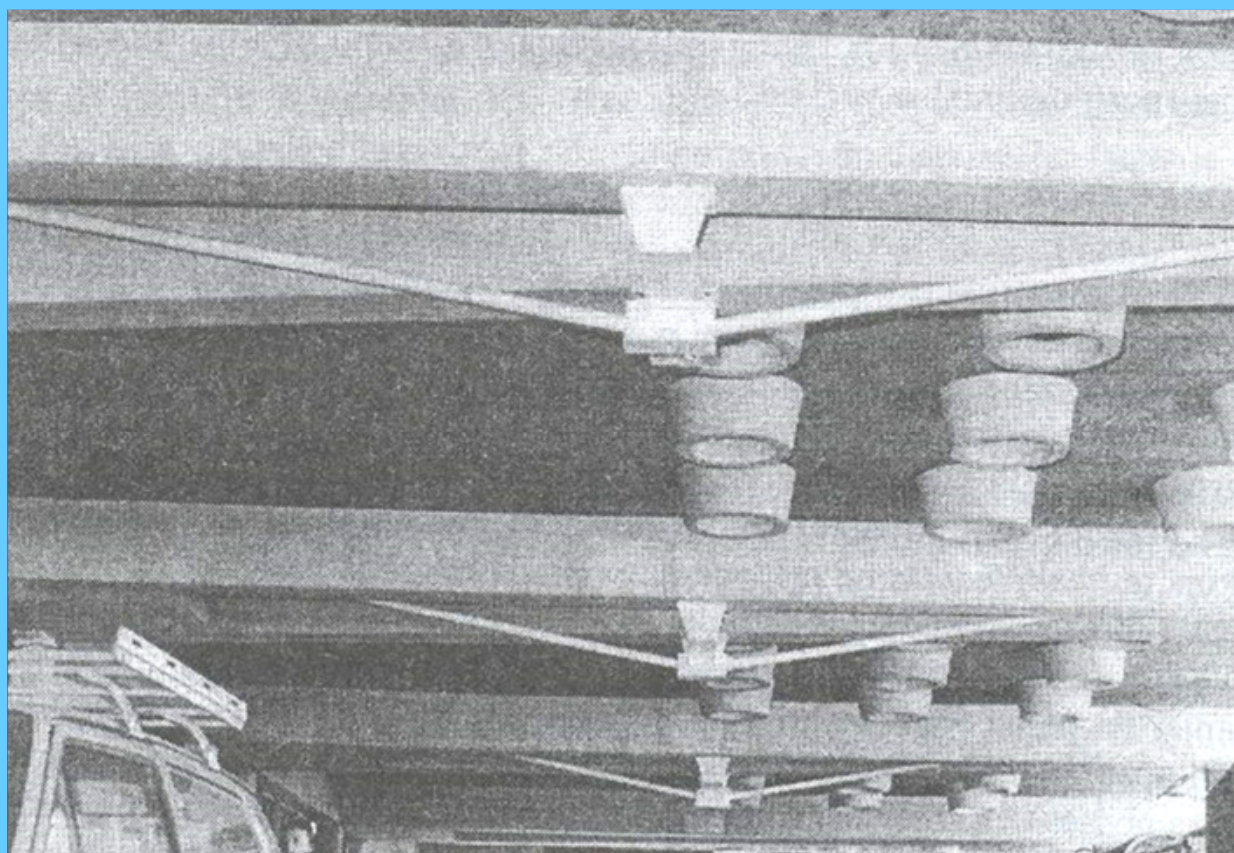
Kabl za saniranje konstrukcije

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Prvi primer



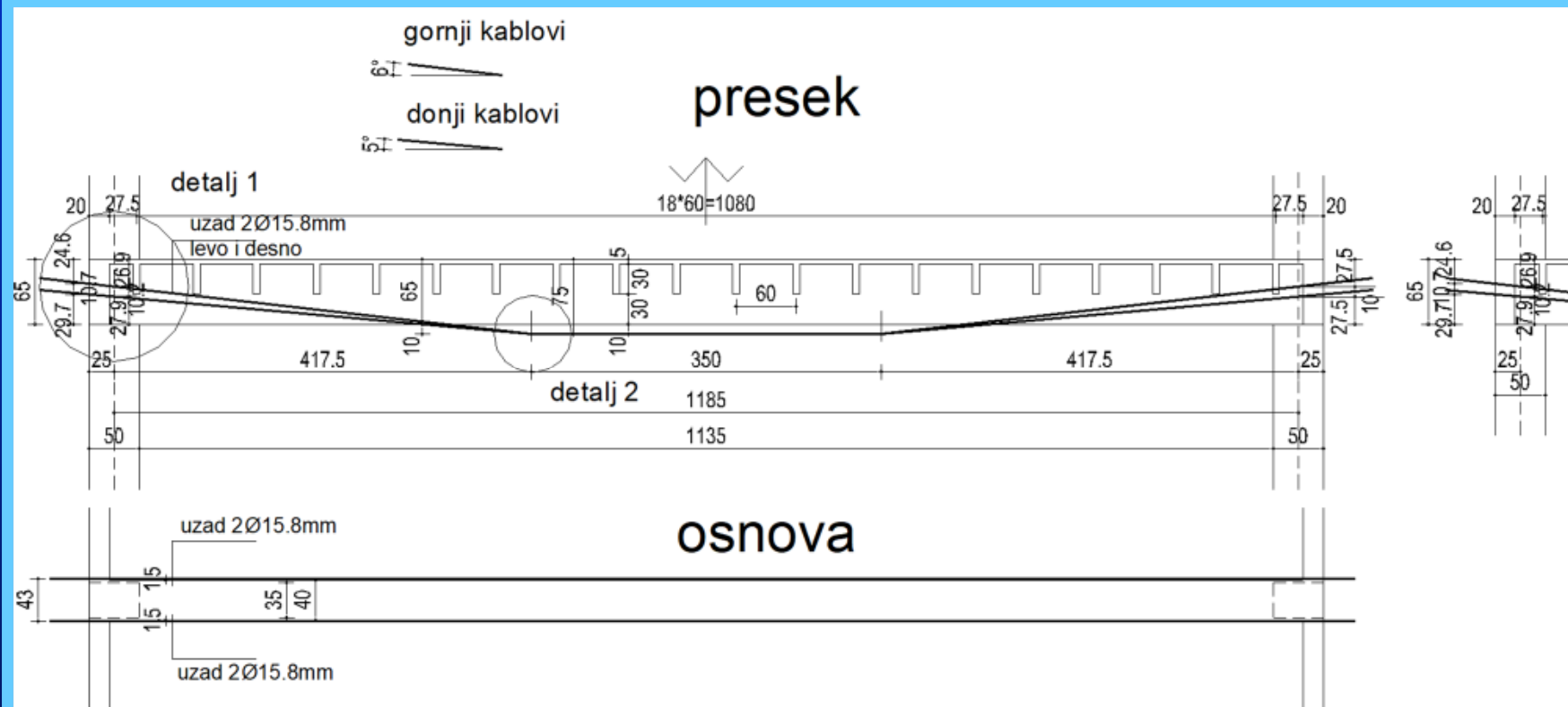
Izgled saniranih nosača

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Drugi primer



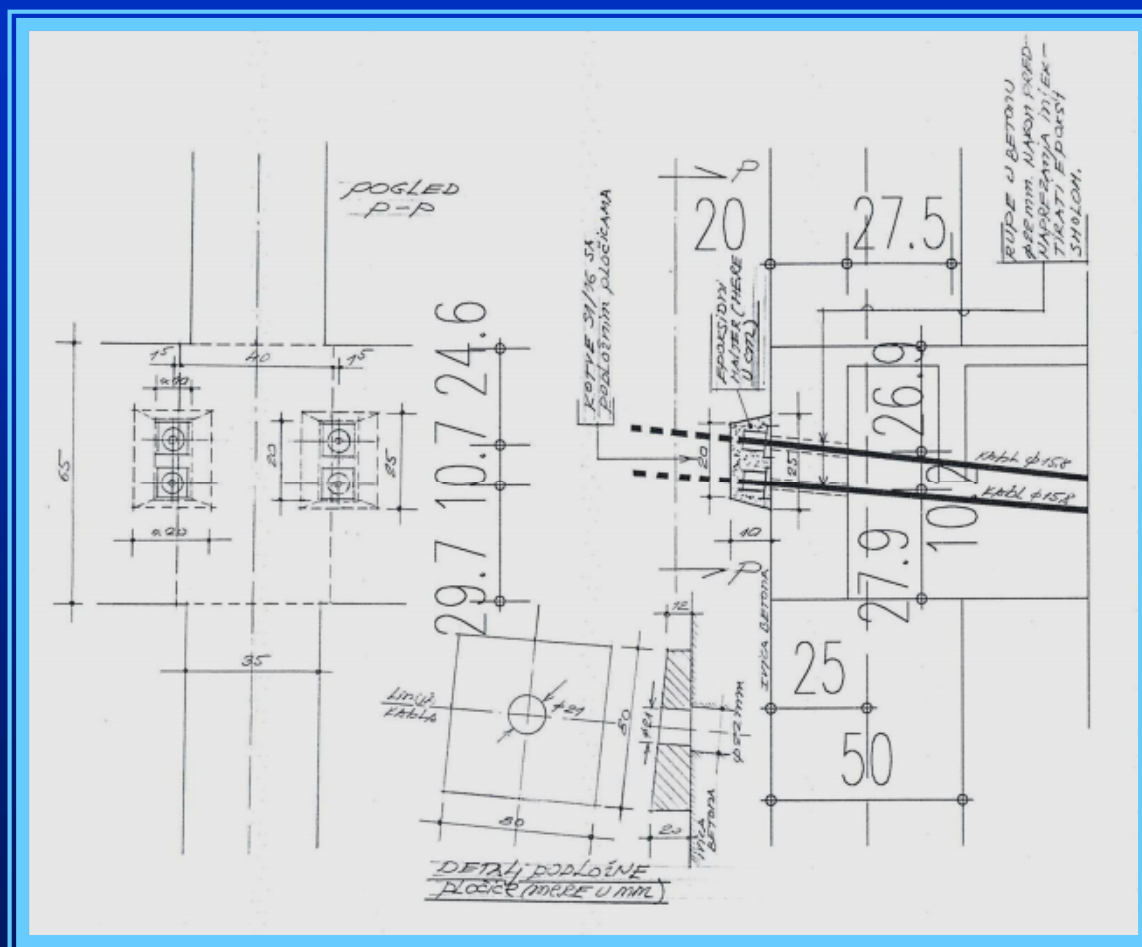
Trase kablova primenjenih za saniranje konstrukcije 70

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Drugi primer



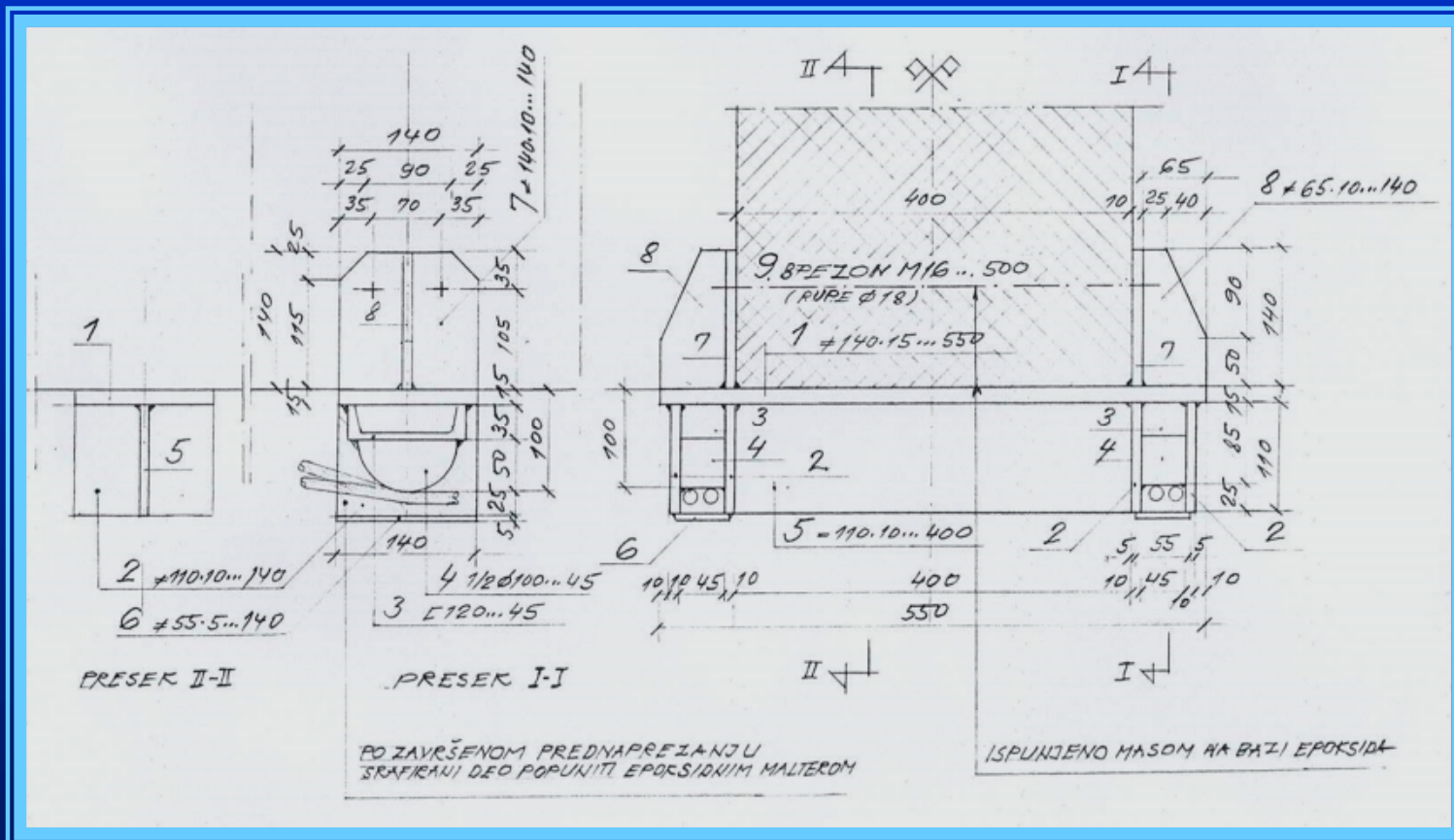
Detalji krajeva kablova Ø15.8mm

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Drugi primer



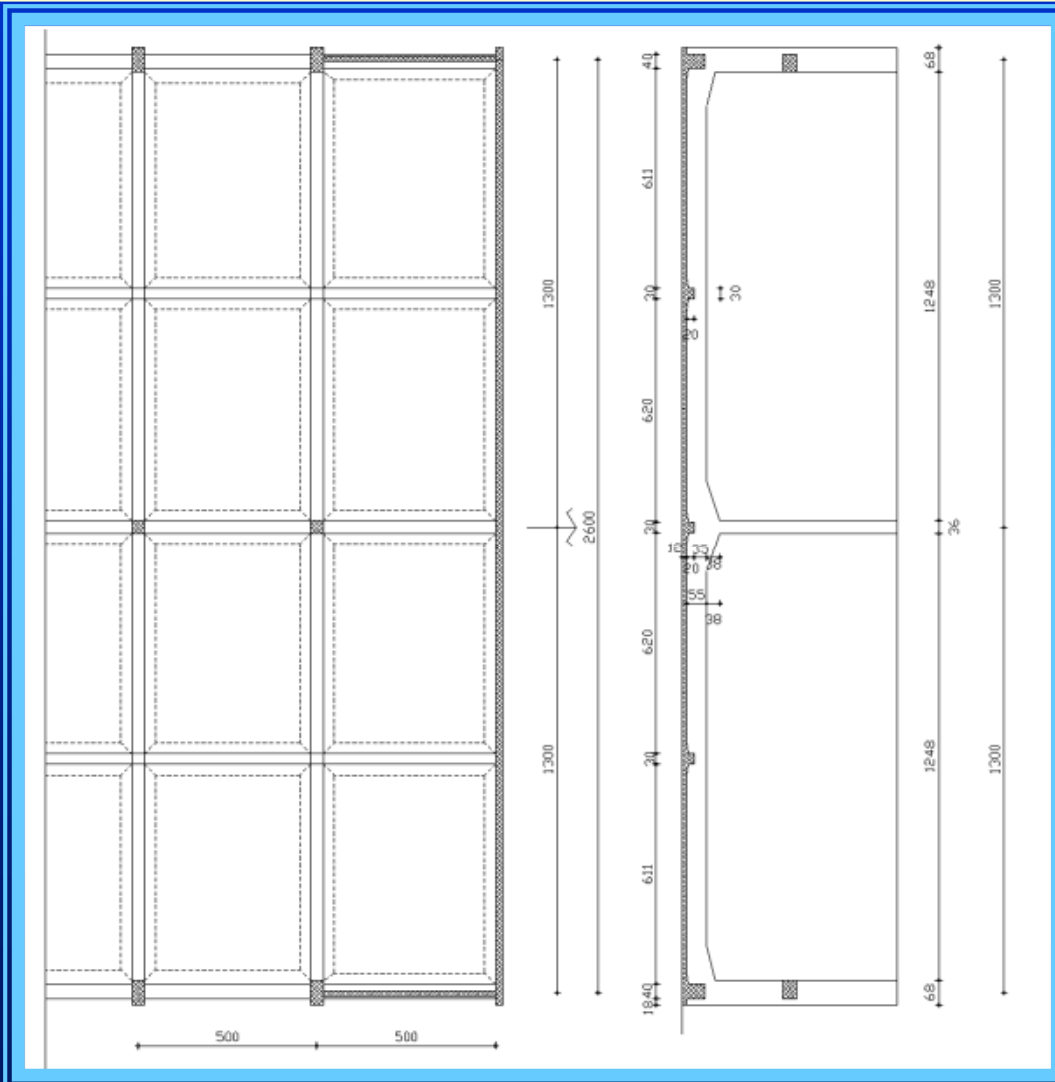
**Detalj devijatora (prevojnika) na mestu preloma
trase kablova Ø15.8mm**

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

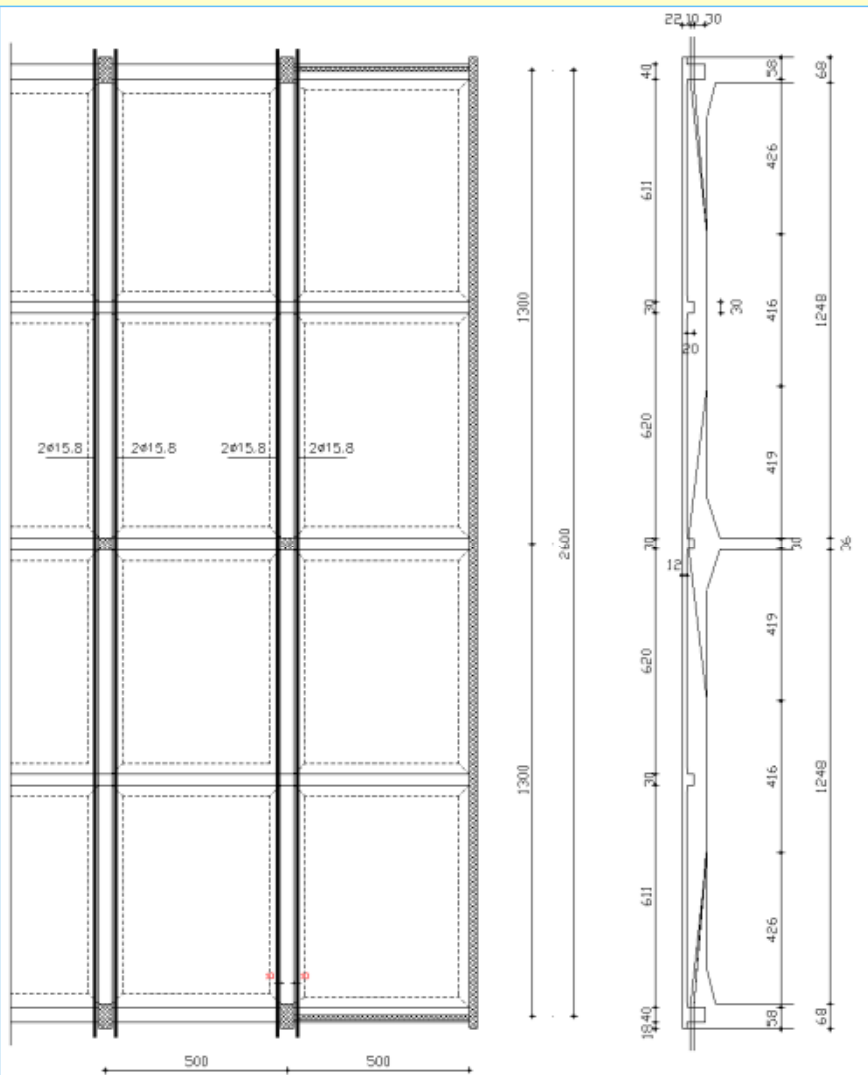
Treći primer



Dispozicija konstrukcije

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem



Primeri iz prakse

Treći primer

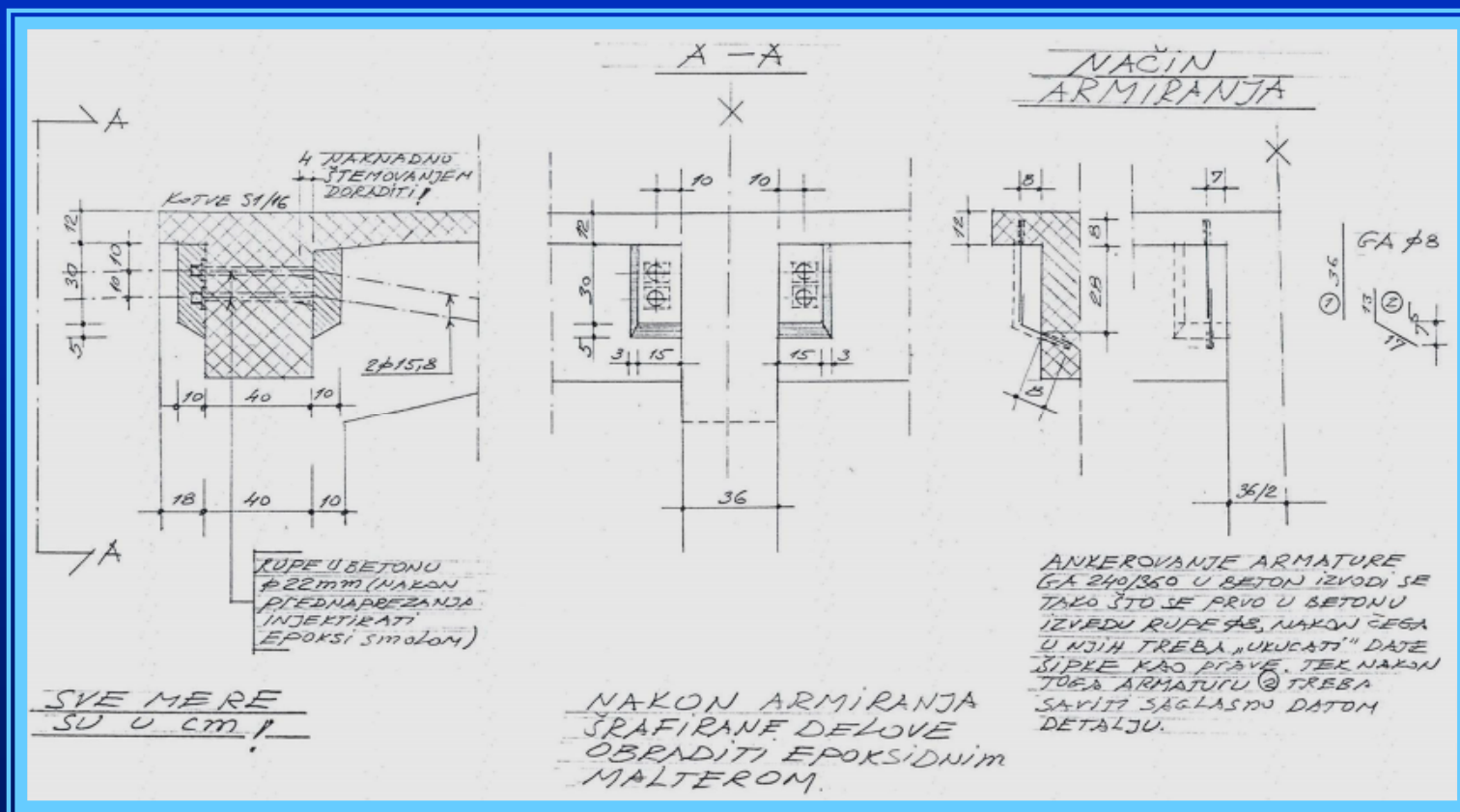
Trase primenjenih kablova

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprežanjem

Primeri iz prakse

Treći primer



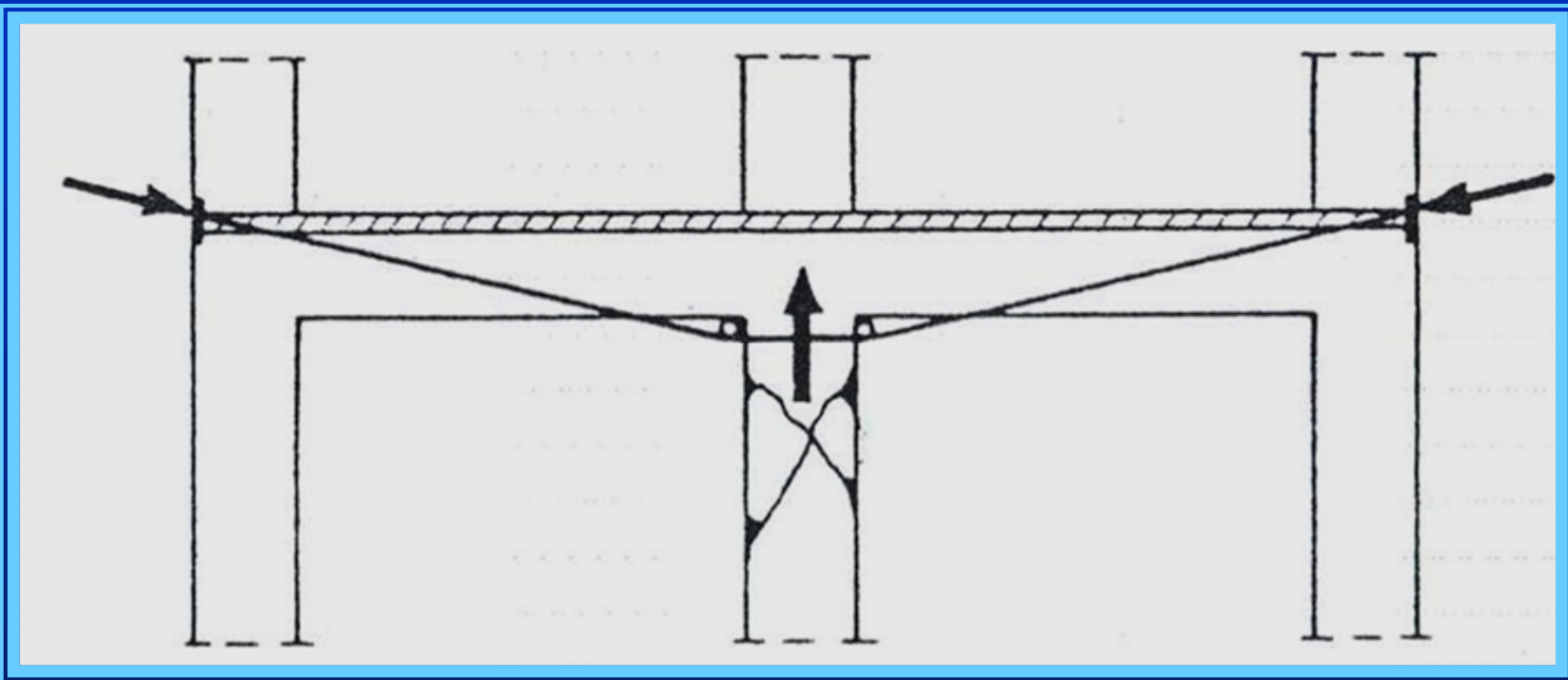
Detalj previjanja kablova na mestima njihovih prodora kroz poprečni nosač izveden iznad srednjih stubova

KONSTRUKCIJSKA SANACIJA I OJAČAVANJE

Naknadnim prednaprezanjem

Primeri iz prakse

Četvrti primer



*Primena prednaprezanja u cilju rasterećenja
oštećenog srednjeg stuba ramovske konstrukcije*