ZDRUŽENJE ZA BETON SLOVENIJE
Dunajska cesta 63
SI - 1000 Ljubljana
Slovenija
ZBS

Vpliv lezenja, krčenja in modula elastičnosti betona na povese za pomembnejše betonske konstrukcijske elemente z armaturo ali vgrajenimi kabli

Dodatek k SIST EN 13670:A101

Marko Lutman

Predgovor

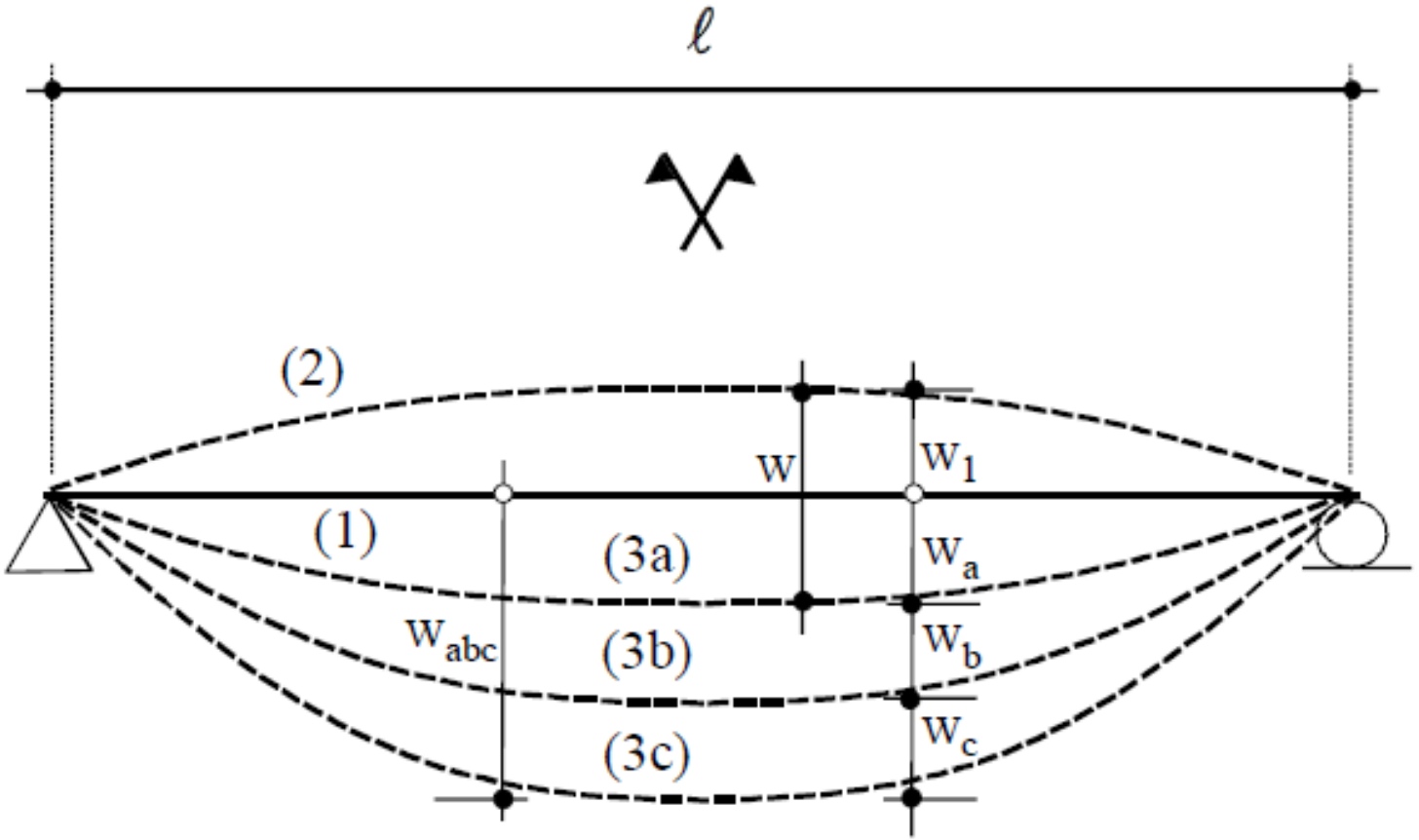
- Deformacije nosilne konstrukcije ne smejo presegati vrednosti, ki jih lahko prenesejo ostali povezani elementi, kot so predelne stene, zasteklitve, obloge, inštalacije in zaključni sloji.

- V nekaterih primerih je omejitev povesov potrebna zaradi zagotovitve pravilnega delovanja strojev ali aparatur, ki so na armirano betonski konstrukciji.

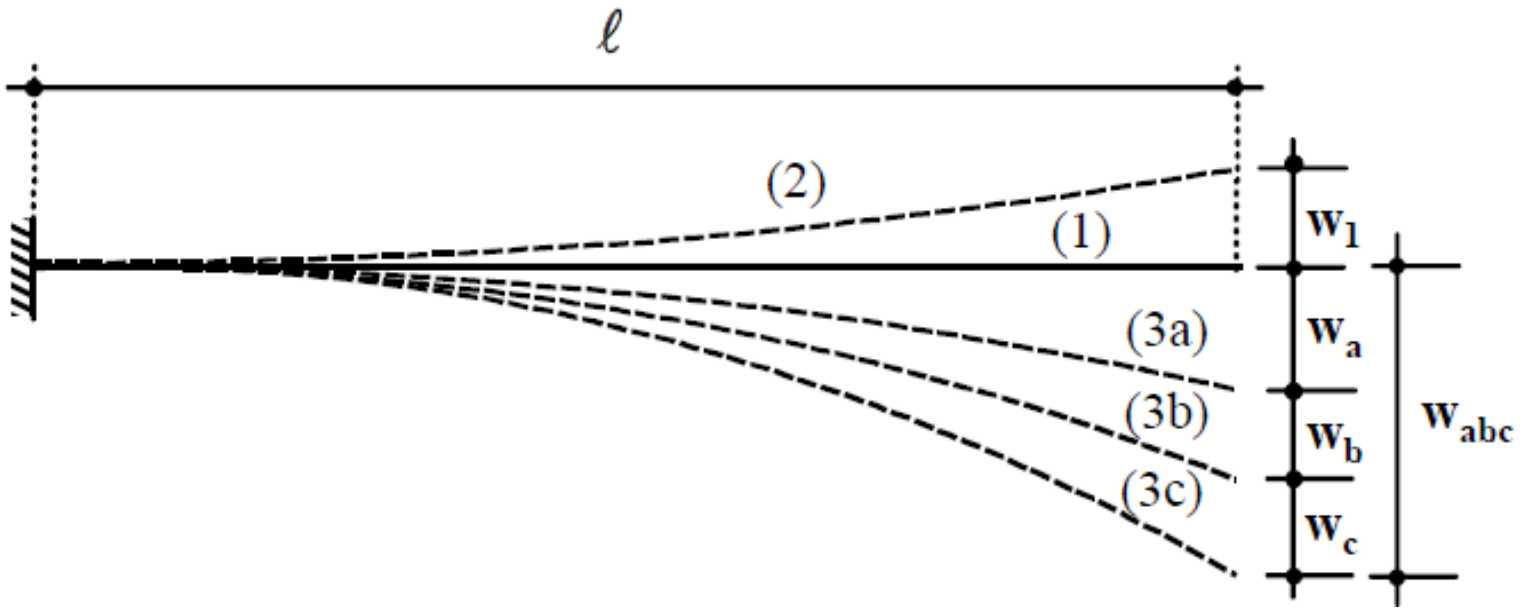
- Videz in splošna uporabnost konstrukcije se lahko poslabšata, če povesi npr. prekladnih konstrukcij kot so velike plošče, dolge grede ali konzole pod vplivom navidezno stalne obtežbe **presežejo L/250 razpetine**. **Povesi po končani gradnji zato praviloma ne smejo presegati L/500 razpona.**

- Če je konstrukcijski element statično preverjen na mejno stanje uporabnosti (MSU), je treba zagotoviti, da se proizvedeni beton sklada s projektiranimi zahtevami, posebej to velja za **lezenje in krčenje betona ter elastični modul**. V primeru obtežb, ki povzročajo lezenje, se lahko celotna deformacija, vključno z vplivom lezenja, lahko dodatno preveri z eksperimentalno določenimi tangentnimi moduli elastičnosti, koeficienti lezenja ter deformacijo zaradi neoviranega krčenja zaradi sušenja in avtogenega procesa hidratacije.

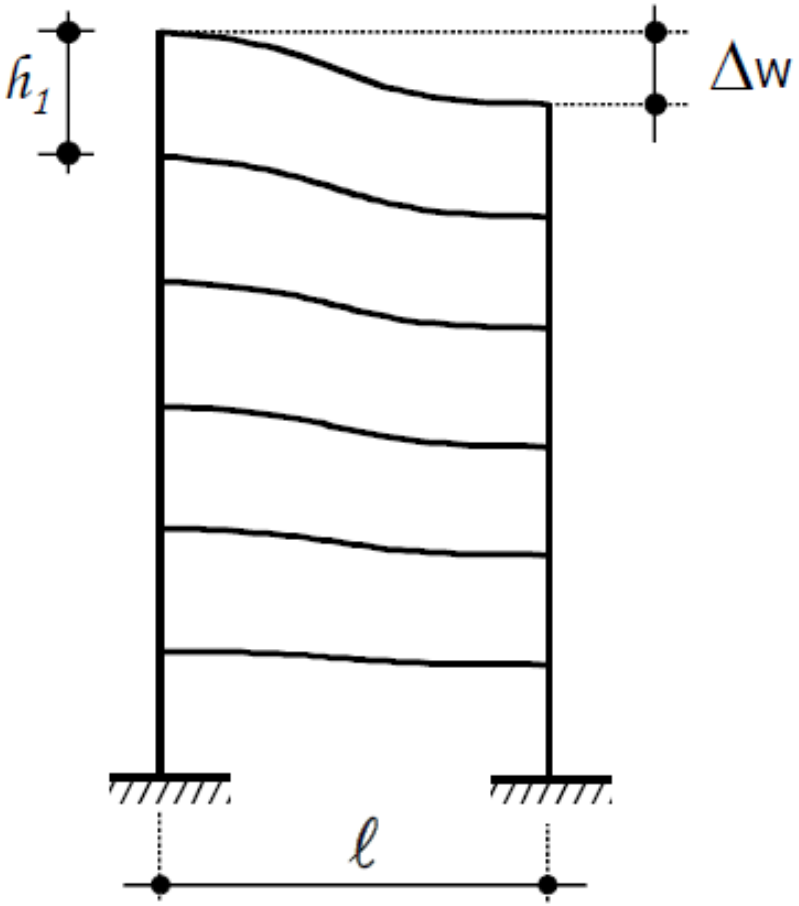
Primeri faz povesov- prostoležeči nosilec

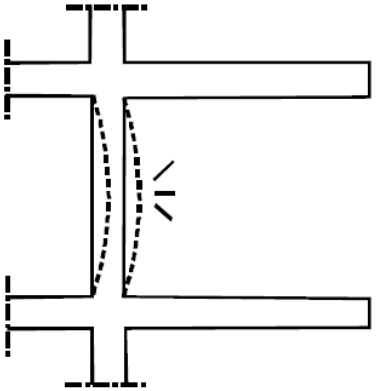


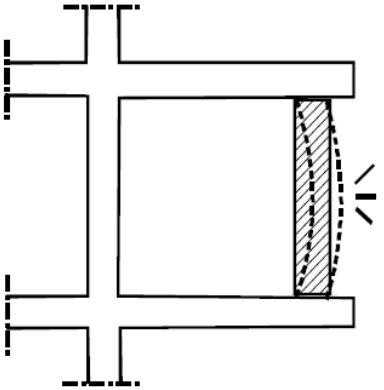
Primeri faz povesov- konzolni nosilec



Primeri in posledice - okvir







Priporočila: Dodatek k SIST EN 13670:A101

- Za zagotovitev ustrezne uporabnosti konstrukcije je poleg konstrukcijskih ukrepov pri zasnovi konstrukcije (2. in 3. kategorije po SIST EN 13670), treba upoštevati še naslednje tehnološke ukrepe:

a) glede na nastanek razpok:

- izbiro ustrezne tehnologije betona (kot. npr. ustrezna sestava in nega betona),
- izbiro ustreznega načina gradnje (kot npr. odstranitev odra po 14 dneh oz po 75 % doseženi nominalni trdnosti betona).

b) glede na omejitev deformacij:

- omejitev vitkosti v primeru tlačnih elementov (poleg povečanja vztrajnostnega momenta prereza še povečanje togosti betona – višji elastični modul).

Priporočila: Dodatek k SIST EN 13670:A101

- Okvirne vrednosti modulov elastičnosti po Evrokod 2 za posamezne trdnostne razrede betona so prikazane v spodnji preglednici.

	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37

Kot ustrezno sestavo betona za nizko lezenje in krčenje betona se smatra:

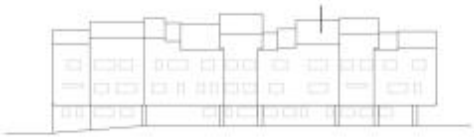
- vodovezivno razmerje manjše od 0,50, z nizko vsebnostjo portland cementa (npr. vrste CEM I, CEM II-A, klase 42,5 R, vsebnost cementa ne manj kot 350 kg/m3) ter
- nizko vsebnostjo določenih mineralnih dodatkov (kot npr. elektrofiltrski pepel, kamena moka, pucolani…). Mineralni dodatek kot silika prah v optimalni količini ugodno vpliva na reološke lastnosti,
- uporaba superplastifikatorjev (melaminski, naftalensulfonski) ter hiperplastifikatorjev (polikarboksilatni),
- če je le mogoče uporaba zrna kamenega agregata z Dmax=31,5 mm, sicer le do Dmax=16 mm.

Kot ustrezno nego se smatra: 4. razred nege po SIST EN 13670.

Predstavitev primera iz slovenske prakse

ACIONALNI FORENZIČNI
ORATORIJ V LJUBLJANI
E STAVBA, PODREJENA
LABORATORIJSKIM
CESOM IN VARNOSTNIM
ZAHTEVAM. TUKAJ JE
IKOVANJE DOBESEDNO
SOŽITJU S FUNKCIJO.
"NAROBE" OBRNJENI
BRISOLEJI NA SEVERU
SO NPR. ZASLON PRED
POGLEDI S CESTE.

"KOT KRUH" NAREZANI SEGMENTI HIŠE SE PRILAGAJAJO (PRE)MAJHNI PARCELI NEPRAVILNIH OBLIK. "BETONSKA ZAVESA" ONEMOGOČA DOSTOP, A JE STILIZIRANA PONOVLJENA FASADA. "NEOPAZNA" STREHA ENOKAPNICA SLUŽI KOT ENA SAMA VELIKA SONČNA ELEKTRARNA.



Predstavitev primera iz slovenske prakse - NFL

- V okviru nalog gradbenega nadzora po ZGO-1 sem pregledal stanje objekta po prekinitvi del izvajalca del SCT d.d., zaradi stečaja družbe (škodna odgovornost po 32. členu ZGO-1). Predmet pregleda, z dne 31.8.2011, je bila gradnja prizidka in rekonstrukcija obstoječe stavbe - laboratorijev.

- Novozgrajeni AB objekt je bil zaključen v 3. gradbeni fazi: klet, pritličje s stropno ploščo in stopnicami. Ostale etaže še niso bile zgrajene. Na stropni plošči zgoraj je bila prisotna le priključna armatura za nadaljevanje betonskih del, za stene in stebre nadstropja.

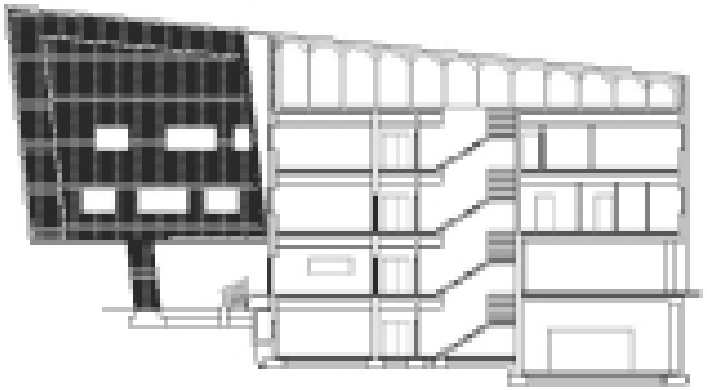
- **Betonska dela z armaturo** – na kletni stropni plošči in stropni plošči nad pritličjem je bilo zaradi tečenja betona že po 6-9 mesecih opaziti povese do dopustnih L/500 razpona, ca 20 mm. V te depresije je bila ujeta voda, ki bi lahko preko zime trajno poškodovala zaščitni sloj betona nad nosilno armaturo. Betoni so bili projektirani kot zmrzlinsko neobstojni betoni, saj naj bi bili v fazi uporabe zaščiteni, kot notranji betoni.
- Priključna armatura je bila korodirana do kritične stopnje, v tem trenutku je bilo še možno nadaljevanje del brez posebnih ukrepov, vendar se bi preko jeseni, zime in pomladi stanje lahko poslabšalo, da bi bilo potrebno priključno armaturo nadstropja peskati. Ocenil sem, da je takih palic ca 6000 kos.

Predstavitev primera iz slovenske prakse - NFL

Predstavitev primera iz slovenske prakse - NFL

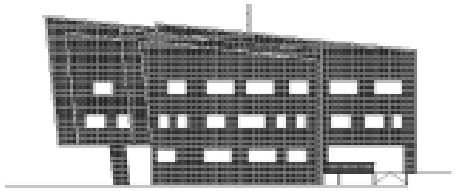
Temelji in stebri konzole v oseh 6-8

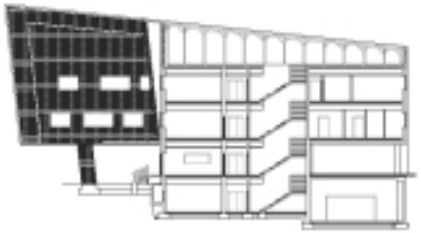
Projektant je posredoval mnenje, da podlaga pod temelji v oseh 6,7 in 8 ni dovolj utrjena, da je stik temelja s stebri je slab in da so stebri v oseh 6,7 in 8 prehitro razopaženi.



Dolge plošče in dolgi konzolni okvirji

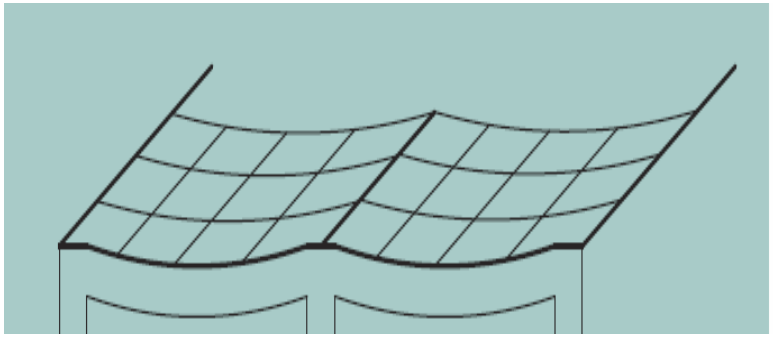
Statik, ki je računal PGD projekt za objekt NFL, bi moral tudi v fazi PZI-PID izračunati s programom TOWER (kot v prvotnem izračunu, povesi v PGD sicer samo po metodi MSN, v elastičnem stanju) končne povese po MSU, zaradi razpokanega prereza (0,3 mm) ter zaradi vpliva reologije (koeficient tečenja $\phi(\infty) = 2{,}0$). Na ta način bi pokazal, da tudi stalna, koristna in prometna obtežba (npr. osebna parkirana vozila), vse skupaj nekaj nad 7 kN/m2, dolgoročno lahko **povzroči dodatne povese preko dopustnih L/500**, ki ogrozijo estetski in funkcionalni vidik plošče nad kletjo.

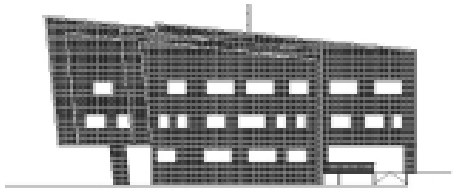


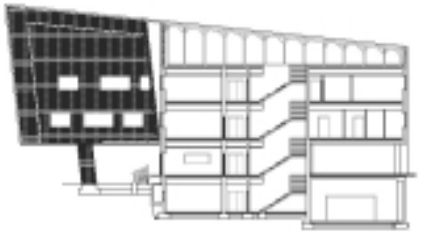


Predstavitev primera iz slovenske prakse - NFL

Dolge plošče in dolgi konzolni okvirji





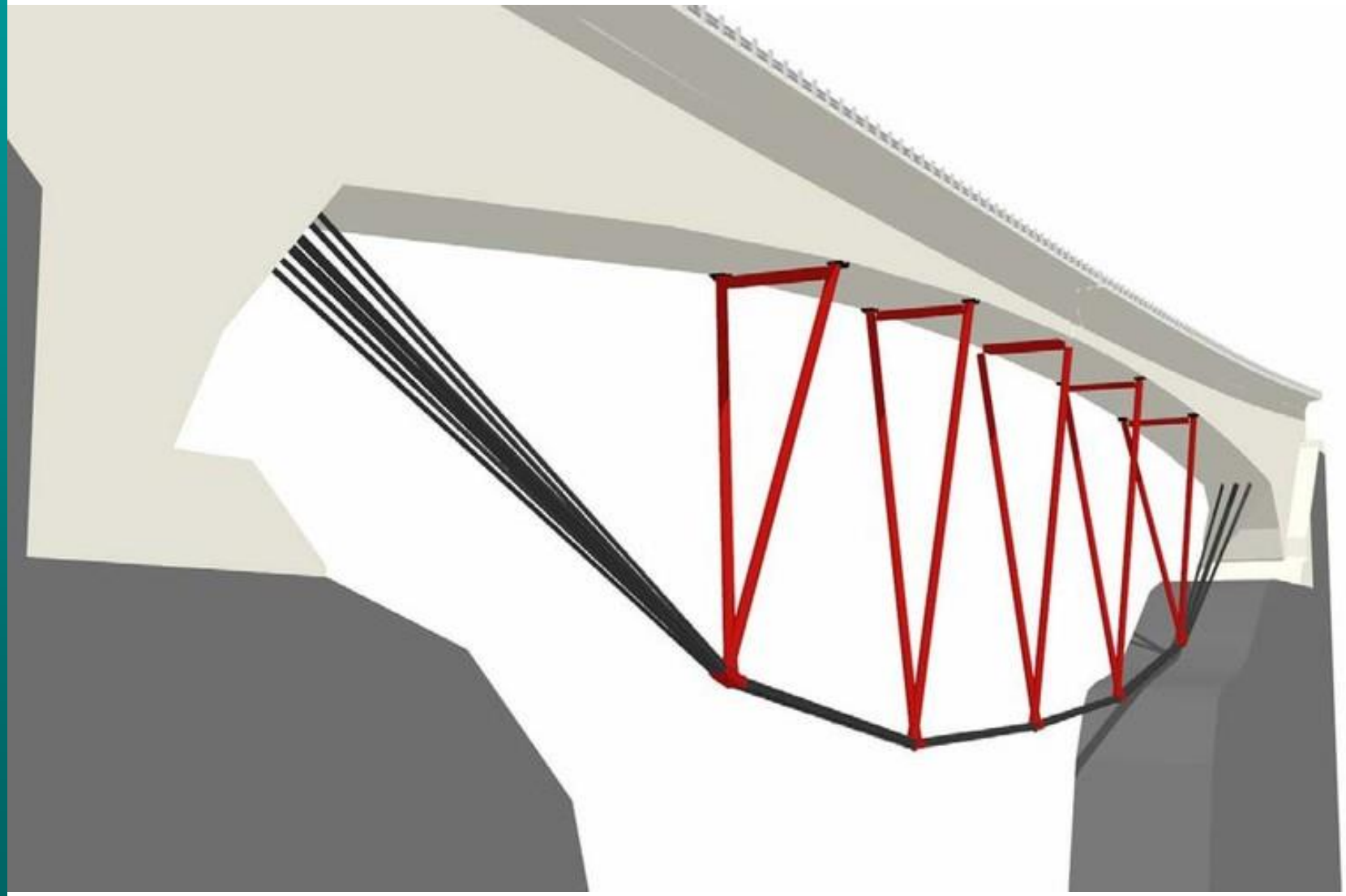


Predstavitev primera iz slovenske prakse – NFL- karbonske lamele

Predstavitev primera iz slovenske prakse – NFL- karbonske lamele

Predstavitev primera iz slovenske prakse – NFL- karbonske lamele

Predstavitev primera iz slovenske prakse – NFL- karbonske lamele

Predstavitev primera iz slovenske prakse – NFL- karbonske lamele

HVALA ZA POZORNOST