

Prednapeti sklopovi

AKTIVNO ARMIRANE PODNE PLOČE BEZ RAZDJELNICA



...Monolitne prednapete ploče izvanredno su rješenje za proizvodne i skladišne industrijske prostore te za sva mjesta na kojima su podovi izloženi intenzivnom opterećenju teretnih vozila. U takvim slučajevima umorna čvrstoća sklopa podne ploče ima odlučujuće značenje za njenu neslomljivost za vrijeme uporabe. Primjena betonskih ploča s tzv. “raspršenom armaturom” ili armiranih na uvriježen način protiv skupljanja u praksi se pokazala kao rješenje daleko od savršenstva...

SADRŽAJ

Zahtjevi koji se postavljaju na industrijske podne ploče	3
Prednosti bezrazdjelničnih prednapetih betonskih ploča na tlu	4
Vidovi projektiranja	4
Redoslijed radova	5
Ekonomski vidovi	6
Općenite napomene	7
Sustav kabela za prednapinjanje BBR	7



O prednapinjanju betonskih konstrukcija često se govori kao o vrlo složenom postupku. Istina je pak, da na sadašnjem stupnju razvoja građevinarstva, korištenje tehnologije prednapinjanja predstavlja pojednostavljenje procesa građenja.

Monolitne prednapete ploče izvanredno su rješenje za proizvodne i skladišne industrijske prostore te za sva mjesta na kojima su podovi izloženi intenzivnom opterećenju teretnih vozila. U takvim slučajevima umorna čvrstoća sklopa podne ploče ima odlučujuće značenje za njenu neslomljivost za vrijeme uporabe. Primjena betonskih ploča s tzv. "raspršenom armaturom" ili armiranih na uvriježen način protiv skupljanja u praksi se pokazala kao rješenje daleko od savršenstva. Tek se upotreba tehnike faznog prednapinjanja pokazala kao učinkovit način izjednačavanja posljedica prirodnog skupljanja betona. Važno je napomenuti da se za prednapete betonske ploče na tlu često koristi naziv "industrijski podovi bez razdjelnica". Taj naziv omogućuje da razumijemo jedan od važnih vidova njihove posebnosti.

Investitori vrlo dobro znaju da troškovi izvedbe industrijskih podova u pravilu nisu i jedini troškovi. Prednapete betonske ploče na tlu trajnije su od armiranih betonskih ploča te se puno sporije troše. Njihova se prednost u odnosu na armiranobetonske ploče očituje i u tome što je za njihovu izvedbu potrebno manje vremena, a kada tome pridodamo i troškove njihova uzdržavanja u razdoblju uporabe – razdjelne reške, istrošenost poroznih površina - prednost prednapetih betonskih ploča postaje još očitija.

Kako bismo olakšali buduće investitorske i projektantske odluke ukratko predstavljamo nekoliko važnih vidova vezanih uz betonske podne industrijske ploče prednapete na tlu.



Zahtjevi koji se postavljaju na industrijske podne ploče

Neovisno od konstrukcije ili upotrebljena gradiva industrijski bi podovi trebali ispuniti iste zadatke:

- prenositi opterećenja bez raspucavanja ili pada kakvoće sklopa
- sprječavati prodiranje vlage (kemijskih tvari)
- posjedovati dodatno ojačanje radi prenošenja većih pojedinačnih pritisaka kotača ili cikličnih opterećenja (umora)
- površina poda mora biti precizno obrađena kako bi osigurala otpornost na trošenje (habanje) što je neobično važno za većinu vrsta ploča ne tlu

Ploče prednapete na tlu – uz betonske i armiranobetonske ploče – ubrajaju se u tzv. krute površine. Krute površine (podovi) rade na savijanje pod djelovanjem kotača vozila ili drugih uporabnih opterećenja rasprostirući njihov pritisak na znatno veću plohu nego podatljiviji podovi (površine) jednake debljine.

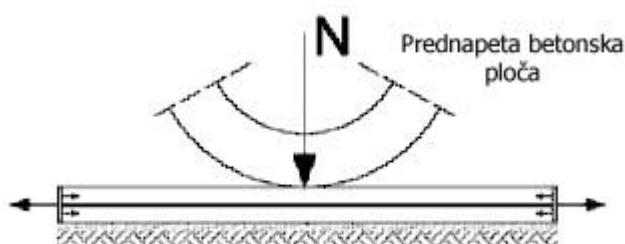
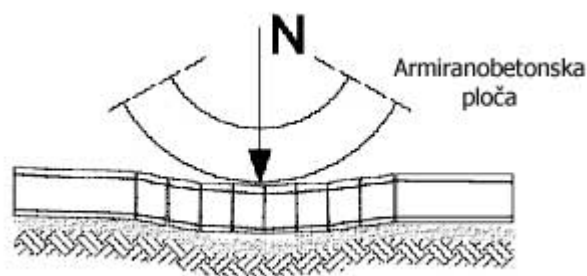
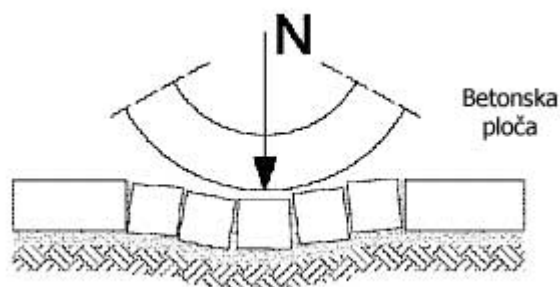
Prednapeta betonska ploča koja služi kao površina ili pod u velikom stupnju eliminira nedostatke karakteristične za betonske površine:

- malu vlačnu čvrstoću
- nužnost izvođenja velikog broja razdjelnica
- mogućnost pojave pukotina i raspuklina koje su posljedica neravnomjernog slijeganja podloge



Prednosti bezrazdjelničnih prednapetih betonskih ploča na tlu

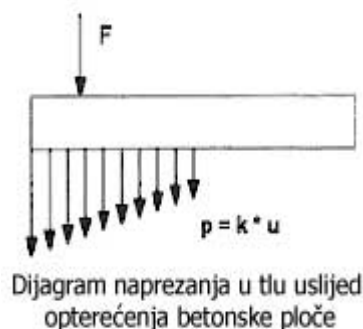
- Zapravo ne iziskuju zaštitu u razdoblju uporabe.
- Trajnije su i otporne na trošenje
- Omogućuju slobodniji raspored podupiranja lakih stupova.
- Izdržljivije su i bolje podnose ciklična industrijska opterećenja.
- Debljina ploča ovisi o kvaliteti podloge, te veličini opterećenja. Na dobroj podlozi za manja uporabna opterećenja debljina prednapete betonske ploče može iznositi 100 mm. Uobičajeno je ipak da se zbog izvedbenih uvjeta koristi debljina od 125 mm. Takva debljina prednapete ploče omogućuje – u većini slučajeva – sigurno prenošenje pritiska kotača do 100 kN (to je opterećenje veće od onoga što se redovito pojavljuje u industrijskim zgradama).
- Prednapete betonske ploče uglavnom su tanje od armiranobetonskih i znatno su elastičnije. U slučaju većeg opterećenja prednapeta se ploča u većem stupnju prilagođava podlozi od armiranobetonske.
- U stanju preopterećenja koje može uzrokovati raspucavanje, prednapinjanje osigurava zatvaranje pukotina nakon prestanka preopterećenja. U slučaju armiranobetonske ploče nastalo se oštećenje ne povlači nego dovodi do daljnje degradacije konstrukcije.



Vidovi projektiranja

- Projektiranje dvosmjernog, faznog prednapinjanja – koje u rezultatu daje razinu tlačnog naprezanja od 1.5. do 2.0 Mpa – u umjerenim uvjetima tla jamči sigurno prenošenje pritiska kotača do 100 kN;
- Treba znati da atmosferski uvjeti uzrokuju razvlačenje / skraćivanje ploče. Ove pojave zajedno s trenjem na rubovima ploče te u dodiru s tlom izazivaju dodatna naprezanja.
- Koeficijent trenja između podloge i ploče kreće se od 0.2 do 2.0, ovisno od stupnja pripravljenosti tla. Taj koeficijent zavisi i od broja ciklusa izobličenja ploče. Obično kroz uvriježeno pripravljanje podloge te uporabu dvaju slojeva polietilenske folije doseže vrijednost oko 0.5;

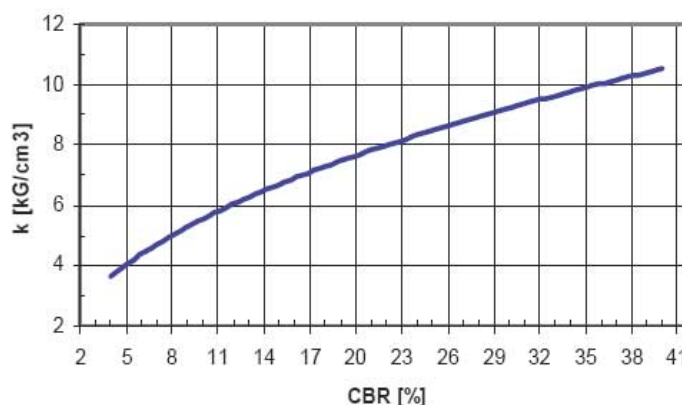
- Višestruko provjerena i popravljena Westergaardova teorija modula podloge primjenjuje se pri određivanju naprezanja uzrokovanih opterećenjem kotača.



Redoslijed radova

Osnovni koraci izradbe prednapetih betonskih ploča na tlu ne razlikuju se od glavnih radova vezanih uz izradbu betonskih ploča. Ono što se razlikuje jest postupak postavljanja kabela za prednapinjanje te armiranje zona usidrenja po obodu ploče. Glavnim radovima prethodi odgovarajuće pripravljanje podloge kako bi se ostvarili parametri postavljeni tijekom projektiranja. Treba napomenuti, da s obzirom na veliku elastičnost prednapetih betonskih ploča, eventualna nejednoličnost pripravljene podloge znatno manje utječe na njenu trajnost nego što je to uočeno u slučaju betonskih ploča što se izrađuju na uvriježen način.

Približna ovisnost koeficijenta posteljice k od vrijednosti CBR



Etape radova:

- Pripravljanje i zbijanje podloge (2 < CBR < 40).



- Postavljanje i učvršćivanje klizne površine koja je sastavljena od dvaju slojeva polietilenske folije.



- Postavljanje rubne oplata pri čemu treba uzeti u obzir eventualna udubljenja za usidrenje kabela za prednapinjanje;
- Ugradba sidara i užadi zajedno s mekanom armaturom obodnog pojasa;
- Izvedba rubnog pojasa ploča širine 1m (prvo betoniranje).

- Betoniranje ploča (najčešće tri dana nakon izvedbe rubnog pojasa).



- Započinjanje faznog prednapinjanja (najčešće jedan dan nakon betoniranja). Istovremeno s povećanjem čvrstoće betona raste razina prednapinjanja ploča (cijeli postupak traje od 10 do 12 dana).



- Injektiranje kabela za prednapinjanje nakon završetka prednapinjanja te dosizanja predviđene čvrstoće betona.
- Zapunjavanje udubina u kojima se nalaze usidrenja i njega ploče (najbolji učinci dobivaju se održavanjem odgovarajuće vlažnosti ploče kroz dva do tri tjedna).

Potrebno je naglasiti da optimalno pripravljeno betoniranje omogućuje brzinu ugradbe betona do čak 100 m³/h.

Ekonomski vidovi

U većini zemalja prednapete betonske ploče na tlu postale su općeprihvaćena alternativa uvriježenim industrijskim podovima te različitim vrstama površina. Nije bez značenja ni činjenica da su troškovi izvedbe prednapetih ploča razmjerno niski. Treba također naglasiti da je naknadno ulaganje u održavanje te eventualne popravke u slučaju prednapetih ploča zanemarivo. Tek ukupno razmatranje troškova izgradnje i ulaganja vezanih uz uporabu ploča u potpunosti pokazuje njihovu nedvojbeno privlačnost. Neobična niska lomljivost prednapetih betonskih konstrukcija omogućuje izbjegavanje troškova – često vrlo visokih – popravaka u jamstvenom roku.

Mr.ing. Stefan Rolla, autor priručnika Projektiranje kolnika (Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Varšava, 1979.) izložio je potrebu cjelovitog sagledavanja ekonomskih vidova na sljedeći način:

“Najjednostavniji ekonomski kriterij izbora određenog zastora jesu troškovi njegove izvedbe. Manji troškovi navode na izbor određene konstrukcije. Takav kriterij, koji nije uvjetovan nikakvim drugim zahtjevima, jest primitivan jer ne uzima u obzir takve čimbenike kao što su trajnost zastora, njegova kakvoća, troškovi održavanja. Iz tog razloga bolji kriterij jest kriterij troškova izvedbe uz pretpostavku jednake nosivosti, trajnosti i kakvoće zastora.

Ipak tek onaj kriterij koji uzima u obzir troškove održavanja, omogućuje pravu procjenu različitih inačica zastora. Uz pretpostavku n godina trajanja zastora, troškovi zastora nakon n godina mogu se procijeniti do sljedećem izrazu:

$$K_n = K_b + K_b (M) + K_u + K_o$$

K_n – troškovi zastora nakon n godina,

K_b – troškovi izvedbe,

M – kamata na kapital uložen u izvedbi;

$$M = K_b (1 + i)^n, \quad i - \text{diskont,}$$

K_u – troškovi tekućeg održavanja zastora,

K_o – troškovi obnove.”

Iz dosadanih iskustava s izvedbom i uporabom slijedi da su prednapete ploče na tlu privlačno rješenje i u tehničkom i u gospodarskom pogledu.

Općenite napomene

- Preporučljivo je – ako je to moguće – prednapete ploče izrađivati u natkrivenu prostoru;



- Ako se unutarnji zidovi hale izvode prije podnih ploča, potrebno je ostaviti prazan prostor širine 1m između zida i ruba ploče kako bi se moglo izvesti prednapinjanje. U slučaju zidova od opeke moguće je pojedine opeke ukloniti i ta mjesta promatrati kao udubine za usidrenja. U tom slučaju nije potrebno ostaviti slobodan pojas po obodu betonske ploče.

- Rubovi bi ploča trebali biti neznatno deblji radi ugradbe sidara kabela za prednapinjanje;
- Preporučljivo je da se rubni pojas koji sadrži usidrenja betonira nekoliko dana prije betoniranja ploče. Taj postupak omogućuje da se "mladi" beton počne prije prednapinjanje;



- Ranije betoniranje rubnog pojasa izuzetno je važno u slučaju ploča izmjera većih od 50m. U tom slučaju manje značenje ima različiti stupanj čvrstoće betona što potječe od vremenski nejednakog dozrijevanja prve i posljednje partije betona.

Sustav kabela za prednapinjanje: BBR

BBR Conex d.d. raspolaže sljedećim nizom sustava kabela za prednapinjanje koji jamče traženu kakvoću projektiranih konstrukcijskih rješenja

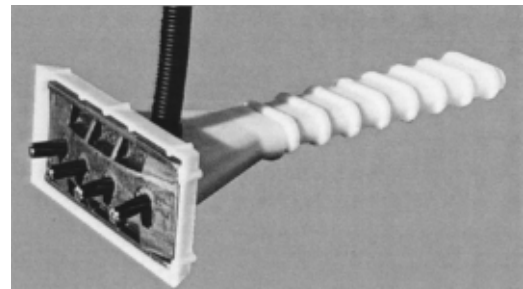
BBR Flat

Osnovni sustav plosnatih kabela sa četiri užeta za prednapinjanje koji se upotrebljavaju u pločastim elementima ili pak tamo gdje se od relativno male sile prednapinjanja očekuje maksimalna ekscentričnost njezina djelovanja.

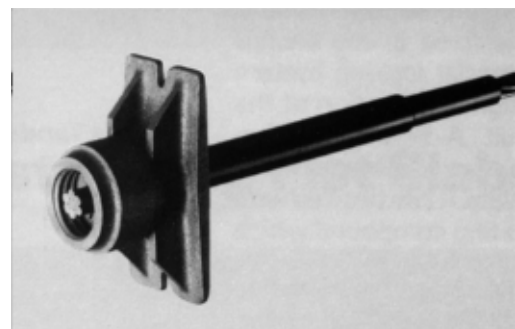
BBR CONA Single

Sustav kabela s jednim užetom koji se upotrebljava kao alternativa sustavu BBR Flat, pogotovo tamo gdje je nužno ravnomjerno rasporediti manje sile prednapinjanja u prednapetom elementu. Kabeli BBR CONA mogu se rabiti uz primjenu kabela bez prijanjanja, tvornički zaštićenih od korozije

Usidrenje BBR Flat 406



Usidrenje BBR CONA Single





BBR Conex d.d.
Kalinovica 3
10 000 Zagreb
Republika Hrvatska
tel: + 385 01 3839 220
fax: + 385 01 3839 243
email: bbr-conex@bbr-conex.hr