

TEORIJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA 2

6. semestar 2022/23. godine

Dodatni materijali za polaganje ispita

Važi od prvog junskog roka 2023. do majskog roka 2024. godine

Informacije o propozicijama

- Potpis:** Potpis se dobija za PIO učinak ≥ 30 poena. PIO iz 2023. godine važi zaključno sa februarским rokom 2024. godine (ili dopunskim, ako ih ima), nakon čega $PIO = 0$ (počev od junskog roka 2024). Potpis važi trajno (ne resetuje se kao PIO nakon godinu dana). Potpis se na kraju semestra automatski evidentira svim studentima koji su stekli uslov. Student koji ne želi da uzme potpis u ovoj školskoj godini treba da pisano (mail-om) obavesti Vedrana Carevića.
- PIO:** U školskoj 2022/23. godini studenti tokom semestra mogli su da zarade deo konačne ocene, izradom 10 zadataka i dva kolokvijuma (testa). Kolokvijumi (testovi sa zaokruživanjem ponuđenih odgovora, bez literature) sprovedeni su u 6. i 13. nedelji nastave. Struktura PIO poena pojedinih delova je sledeća: svaka stavka pojedinačno (10 zadataka i dva kolokvijuma) boduje se sa do 100 (%); ukupna suma dobija se sabiranjem učinka po pojedinačnim zadacima pomnoženim sa 0,07 i kolokvijuma sa 0,15 (to jest, kompletno urađen pojedinačni zadatak donosi 7, a kolokvijum 15% od maksimalnog PIO učinka). Maksimalni PIO je 100 poena, a ponderiše se, za konačnu ocenu, množenjem faktorom 0,3 (vidi stavku „ocena“ u nastavku).
- Ispit:** Ispit mogu da polažu samo studenti sa validnom prijavom – odnosno čije se ime nalazi na elektronskom spisku Fakulteta. Uslov (proverava se automatski pri prijavljivanju) za prijavljivanje ispita je potpis iz ovog predmeta i položen ispit iz predmeta Teorija betonskih konstrukcija 1. Ispit je pismeni i usmeni.
- Pismeni:** Pismeni ispit sadrži 2-3 zadatka. Pismeni ispit se radi 2 sata i 15 minuta, sa literaturom, i boduje sa maksimalno 103 poena (do 100 poena na zadatke i do 3 poena na urednost, preglednost i obrazloženost rešenja) i ponderiše se, za konačnu ocenu, množenjem faktorom 0,4 (vidi stavku „ocena“ u nastavku). Student je položio pismeni ispit ako je rešavanjem zadataka zaradio ≥ 55 poena. Poeni, predviđeni za svaki zadatak, naznačeni su na postavci: $1+2(+3) = ..+..+ = 100$. Tipovi zadataka ilustrovani su u nastavku.
- Usmeni:** Usmeni ispit se polaže na osnovu položenog pismenog ispita. Sva pitanja za usmeni ispit navedena su u ovom materijalu, u obliku u kome su na ispitnim ceduljama. Ako je pismeni ispit položen ranije, potrebno je ponovno prijavljivanje ispita. Na usmenom ispitu student odgovara na 3 ili 5 pitanja sa spiska, zavisno od PIO učinka ($PIO \leq 50$ poena \rightarrow 5 pitanja; $PIO > 50 \rightarrow$ 3 pitanja). U skladu sa odlukom NNV Fakulteta, položen pismeni ispit važi za dva polaganja usmenog ispita u tekućoj školskoj godini. Student pri drugom polaganju usmenog ispita (na osnovu jednog pismenog) odgovara na dvostruki broj pitanja koji je predviđen prema PIO učinku (broj pitanja na usmenom za svakog studenta objavljuje se na konačnoj listi PIO poena i na obaveštenju o pozivanju na usmeni ispit). Da bi položio usmeni ispit student mora da dâ zadovoljavajući odgovor na sva pitanja koja je izvukao. Usmeni ispit se boduje sa maksimalno 100 poena i ponderiše se, za konačnu ocenu, množenjem faktorom 0,3 (vidi stavku „ocena“ u nastavku).
- Ocena:** $Konačna\ ocena = 0,3 \times PIO + 0,4 \times PISMENI + 0,3 \times USMENI$
 (0–50 = 5; 51–64 = 6; 65–74 = 7; 75–84 = 8; 85–94 = 9; 95– = 10).
Samo u (prvom) junskom roku 2023. godine: Položen pismeni ispit sa ≥ 95 poena \rightarrow konačna ocena 10 bez polaganja usmenog ispita, bez obzira na PIO (važi za studente tekuće generacije).

Uputstvo za polaganje pismenog ispita

Pažljivo pročitati tekst zadataka. **Ne boduje se: rad sa računskim greškama, rad koji nije potreban za rešavanje zadataka, račun sa podacima koji se razlikuju od zadatih podataka u tekstu.** Na omot rada (**a ukoliko se ne radi u vežbanci** i na svaki list) upisati ime, prezime i broj indeksa, a strane numerisati. **Strane (van vežbanke) bez ličnih podataka i numeracije se neće pregledati.**

Pismeni ispit traje 2 sata i 15 minuta. U pogledu koncepta pismenog ispita primenjuju se sledeće opcije:

- Kombinacija 1. i 8. zadatka (prema opisu iz ovog materijala za polaganje ispita), **ILI**
- Kombinacija dva zadatka iz grupe 2. - 7. i 8. zadatak.

U nastavku su dati primeri zadataka (1 – 8, sa varijantama). Osenčene stavke su promenljive. Tekst može biti i drugačiji. Na internet adresi [http://imksus.grf.bg.ac.rs/nastava/BETON-NOVI%20NASTAVNI%20PLAN 2014/TBK2/Pismeni zadaci.pdf](http://imksus.grf.bg.ac.rs/nastava/BETON-NOVI%20NASTAVNI%20PLAN%202014/TBK2/Pismeni_zadaci.pdf) priložene su, kao primer, kompletne postavke zadataka sa pismenih ispita, iz nekoliko prethodnih rokova. S obzirom da su neki od prethodnih pismenih ispita trajali 4 sata, broj i struktura zadataka su drugačiji od napred navedenog. Međutim, oblik i sadržaj zadataka je odgovarajući za ovu generaciju.

1. Projektovati montažni krovni nosač statičkog sistema proste grede koji se prethodno napreže utezanjem nakon očvršćavanja betona tako da se naponi ograniče na veličine koje omogućavaju ispunjenje svih projektnih uslova prema SRPS EN 1992-1-1:2015. Zahtevi:

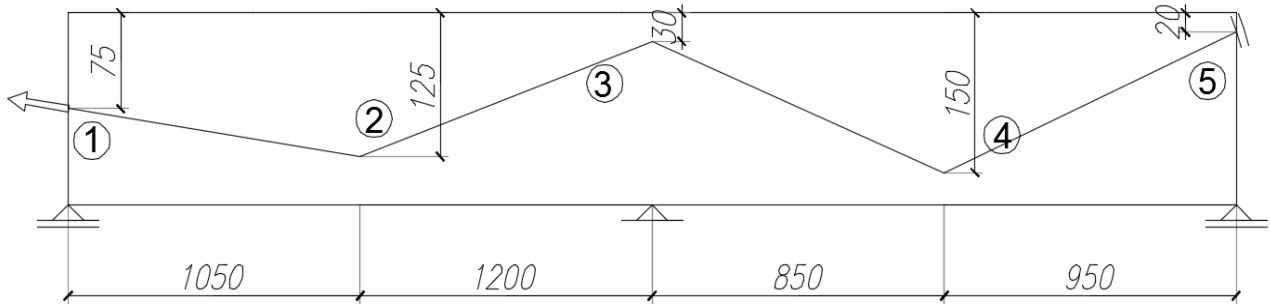
- raspon $L = 28.0$ m
- opterećenja: g (sopstvena težina – prema usvojenom preseku), $D_g = 15.0$ kN/m' (ne deluje pri prethodnom naprezanju), $q_s = 10.0$ kN/m' (sneg), $q_w = 5.0$ kN/m' (vetar)
- kotve IMS SPB S6/15 (kablovi $6\varnothing 15,2$), maksimalna sila na presi 974 kN
- prethodno naprezanje pri starosti od 7 dana
- beton **C40/50**, cement klase **N**, potpuno prethodno naprezanje
- klasa izloženosti **XC3**
- širina preseka $b \leq 55$ cm
- visina na osloncu iz uslova da je nagib gornjeg pojasa ≥ 3.0 %
- prečnik zaštitne cevi $\varnothing 50$ mm.
- kvazi-stalna kombinacija opterećenja nije merodavna

Uraditi:

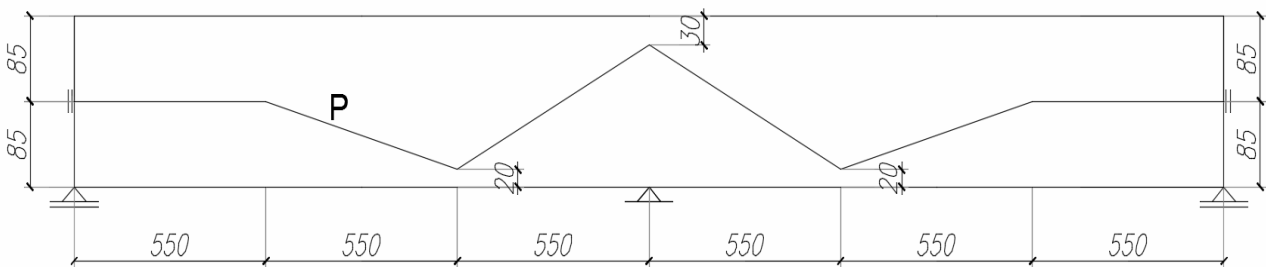
- 1.1. Nacrtati u razmeri i kotirati presek u sredini raspona sa rasporedom zaštitnih cevi;
- 1.2. Nacrtati u razmeri i kotirati presek kod oslonca sa rasporedom kotvi;
- 1.3. Pretpostaviti (usvojiti) početne gubitke i gubitke u vremenu za presek u sredini raspona;
- 1.4. Definisati silu na presi (P^0). Za usvojenju silu na presi i pretpostavljene gubitke sračunati početnu (P_0) i trajnu (P_t) silu PN;
- 1.5. Sračunati položaj (rezultante) sile PN u preseku u sredini raspona i kod oslonca;
- 1.6. Kontrolisati napone za presek u sredini raspona za fazu PN (može sa karakteristikama bruto betonskog preseka);
- 1.7. Kontrolisati napone za presek u sredini raspona za karakterističnu/kvazi-stalnu i karakterističnu kombinaciju opterećenja (može sa karakteristikama bruto betonskog preseka);
- 1.8. Kontrolisati položaj rezultante sile PN na osloncu.

Napomena uz zadatak tip 1: Kada je u zadatku dat presek (sredina, oslonac), zadatak odgovara Zadatku br. 6 iz elaborata. Kada u zadatku nije zadat presek (kao u primeru u Prilogu 7.1), od studenata se očekuje da ga racionalno konstruišu (dimenzionišu). Kriterijum racionalnosti jeste ostvarenje što manjeg (nižeg) preseka u sredini raspona. Primer ovakvog postupka može se videti u nastavnom Prilogu 7.1. Međutim, rešenjem se smatra i nasumično usvojen presek, za koji se dokaže da ispunjava tražene zahteve. Pritom, ukoliko je presek veći (viši) nego što bi mogao da bude, ostvareni poeni se umanjuju za po 3 poena za svakih 5 cm suviše visine!

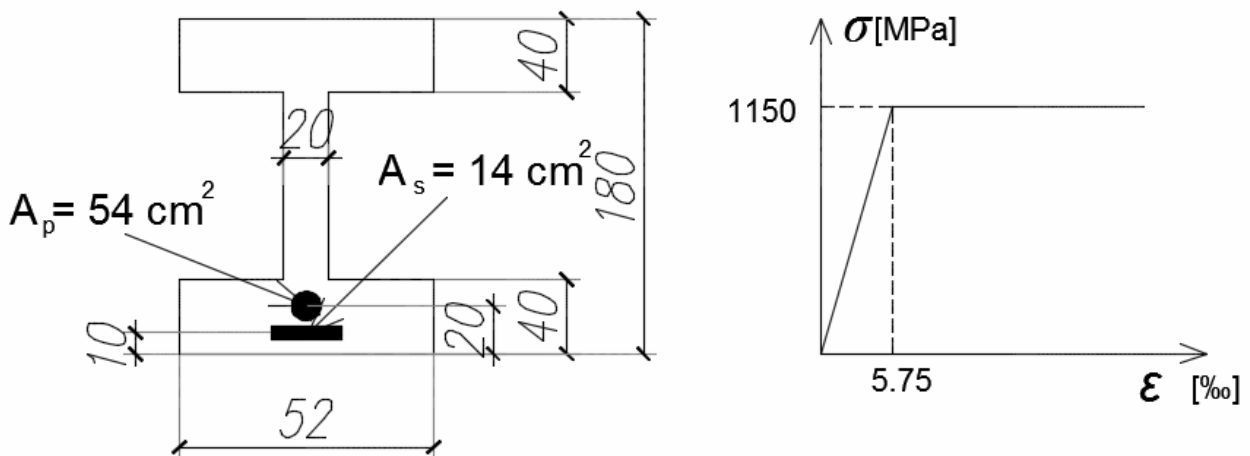
2. Za prikazani kabl koji se uteže **sa levog** kraja, sračunati promenu sile (gubitke) usled trenja (odrediti veličinu sile u obeleženim tačkama 1–5). Parametri trenja su **0.30** 1/rad i **2.0×10^{-3}** 1/m. Sila na presi iznosi $P^0 = 6000$ kN. (**naravno, oblik i geometrija trase su promenljivi**)



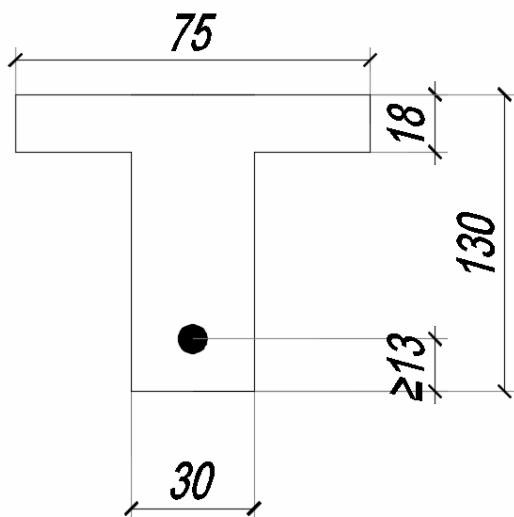
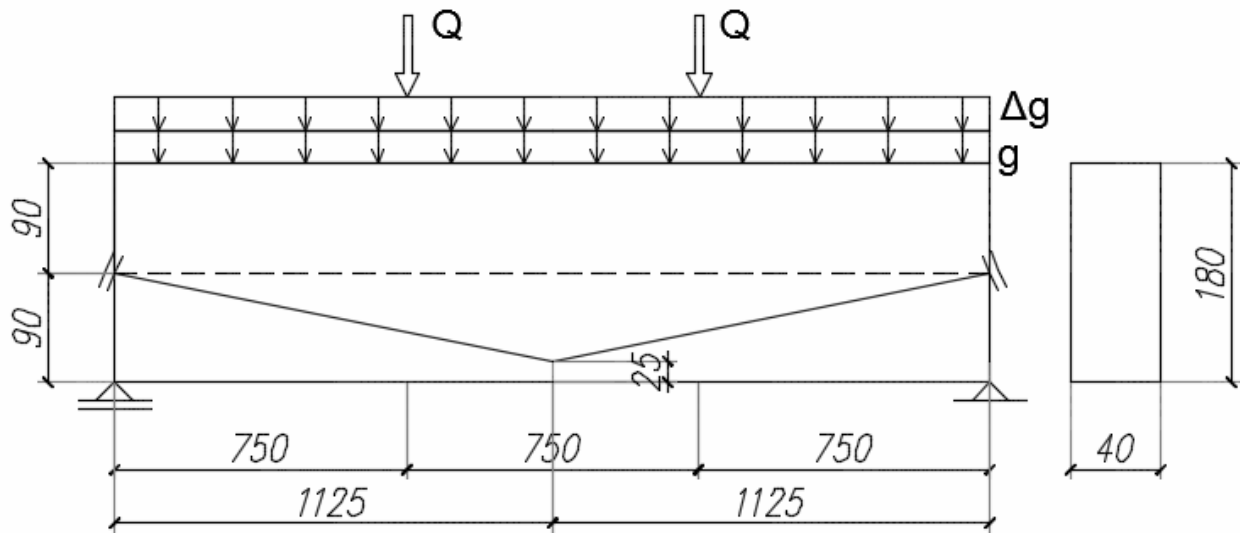
3. Za prikazani nosač i trasu rezultantnog kabla sračunati ekvivalentno opterećenje i nacrtati dijagrame presečnih sila M , V , N samo od uticaja PN. Sila u kablu je $P=6000$ kN. Prikazati veličine reakcija oslonaca i nacrtati i dijagram momenata (M) samo usled reakcija. Poprečni presek je pravougaoni. (**naravno, oblik i geometrija trase su promenljivi**)



4. Za prikazani presek od betona klase **C35/45** sračunati graničnu nosivost na savijanje (moment loma). Dilatacija čelika za PN pri dekompresiji iznosi **5.2** ‰. Za užad za prethodno naprezanje koristiti bilinearni dijagram σ - ϵ sa horizontalnom gornjom granom bez ograničenja dilatacije dat na skici, a za beton koristiti proračunski pravougaoni blok dijagram, prema SRPS EN 1992-1-1:2015. (**naravno, oblik i geometrija preseka i dijagrami su promenljivi**)



5. Sračunati ugib u sredini raspona u $t \rightarrow \infty$ prikazanog prethodno napregnutog nosača pri delovanju naznačenog opterećenja. Sila u kablu je $P_0 = 5000$ kN, $\eta = 0.84$, $\varphi(t, t_0) = 2.4$, $\varphi(t, t_1) = 2.0$, C30/37, g je sopstvena težina – prema preseku, $Dg = 16.0$ kN/m' (Dg počinje da deluje od t_1), $Q = 700$ kN ($\psi_2 = 0.3$). Poprečni presek je pravougaoni 40×180 cm. (naravno, oblik i geometrija trase su promenljivi)



6. Montažna greda sa prikazanim konstantnim presekom ima raspon od 18.0 m. Nakon montaže nanosi se dodatni teret $\Delta g = 10$ kN/m'. Opterećenje od snega je $q_s = 18$ kN/m'. Proveriti da li je moguće ograničiti napone u preseku u sredini raspona na veličine koje omogućavaju ispunjenje svih projektnih uslova prema SRPS EN 1992-1-1:2015 ako je predviđeno PN početnom silom $P_0 = 3100$ kN. C45/55, potpuno PN. Za koeficijent trajne sile usvojiti $\eta = 0.82$. Kvazi-stalna kombinacija opterećenja nije merodavna. Komentarisati rezultat. Sve proračune sprovesti sa betonskim bruto presekom. (naravno, oblik i geometrija preseka su promenljivi)

7. Proračun prema transvezalnim silama – ULS PN nosača – 3 tipa zadataka

Prvi (stalni) deo postavke zadatka:

Za PN nosač sistema proste grede za presek kod oslonca prema slici („I“ ili „T“ presek definisane geometrije betonskog preseka i klase čvrstoće, sa naznačenim položajem i površinom rezultantnog kabla) u kome deluju presečne sile od pojedinih opterećenja:

- $M(g) = \dots$ kNm $V(g) = \dots$ kN
- $M(\Delta g) = \dots$ kNm $V(\Delta g) = \dots$ kN
- $M(q_1) = \dots$ kNm $V(q_1) = \dots$ kN $\psi_{0,1} = 0, \dots$
- $M(q_2) = \dots$ kNm $V(q_2) = \dots$ kN $\psi_{0,2} = 0, \dots$
- $P_0 = \dots$ kN $\eta = 0, \dots$

sračunati potrebne vrednosti graničnih (ULS) uticaja (u skladu sa zahtevanim proračunima u nastavku zadatka).

Drugi (varijantni) deo postavke zadatka:

Varijanta 1. Pokazati da su ispunjeni uslovi za proračun nosivosti na smicanje PN elementa bez proračunske armature za smicanje za slučaj kada nema prslina od savijanja. Odrediti nosivost na smicanje $V_{Rd,c}$ prema naprežanju u nivou težista preseka. U jednom horizontalnom redu u rebru ima 1/2/... zaštitnih cevi prečnika \emptyset . Izvesti zaključak o potrebi osiguranja armaturom za smicanje.

Varijanta 2. Izračunati nosivost na smicanje PN elementa bez proračunske armature za smicanje za slučaj sa prslinama od savijanja. U jednom horizontalnom redu u rebru ima 1/2/... zaštitnih cevi prečnika \emptyset . Izvesti zaključak o potrebi osiguranja armaturom za smicanje.

Varijanta 3. Izračunati maksimalnu nosivost na smicanje PN elementa $V_{Rd,max}$ U jednom horizontalnom redu u rebru ima 1/2/... zaštitnih cevi prečnika \emptyset . Usvojiti vrednost ugla pritisnutih dijagonala q i uraditi proračun armature za smicanje i minimalne armature za smicanje. Usvojiti armaturu za smicanje.

8. Granično stanje upotrebljivosti (SLS - 4 tipa zadataka: var. 1 – 4)

Prvi (stalni) deo postavke zadatka:

Za armiranobetonsku ploču/gredu prema slici (prosta greda/kontinualni nosač; zadat poprečni presek: geometrija i dimenzije betonskog preseka – pravougaoni/T presek, klasa čvrstoće betona, površine i položaj armatura i klasa izloženosti) opterećenu sopstvenom težinom (izračunati - ploča ili zadato – T presek), dodatnim stalnim teretom (zadato) i promenljivim opterećenjima (zadato, zajedno sa ψ koeficijentima) izračunati potrebne kombinacije za proračun graničnog stanja upotrebljivosti (u skladu sa zahtevanim proračunima u nastavku zadatka).

Prikazati potrebne (u skladu sa zahtevanim proračunima u nastavku zadatka) dijagrame presečnih sila usled SLS kombinacija.

Drugi (varijantni) deo postavke zadatka:

Varijanta 1. Izračunati maksimalne eksploatacione napone u betonu i armaturi u preseku sa maksimalnim momentom u prvom/drugom/... polju/nad prvim/drugim... osloncem i uporediti ih sa preporučenim ograničenjima prema EN1992-1-1:2004. Ukoliko naponi ne zadovoljavaju preporučena ograničenja, predložiti i sprovesti potrebne izmene u nosaču. Dati proveru napona sa izmenjenim rešenjem.

Varijanta 2. Izvršiti kontrolu širine prslina indirektnim postupkom ograničavanjem prečnika/raspona u preseku u prvom/drugom/... polju/nad prvim/drugim... osloncem i uporediti ih sa preporučenim ograničenjima prema EN1992-1-1:2004. Ukoliko širina prslina ne zadovoljava preporučena ograničenja, predložiti i sprovesti potrebne izmene u nosaču. Dati proveru prslina sa izmenjenim rešenjem.

Varijanta 3. Izvršiti kontrolu širine prslina proračunom u preseku u prvom/drugom/... polju/nad prvim/drugim... osloncem i uporediti ih sa preporučenim ograničenjima prema EN1992-1-1. Ukoliko širina prslina ne zadovoljava preporučena ograničenja, predložiti i sprovesti potrebne izmene u nosaču. Dati proveru prslina sa izmenjenim rešenjem.

Varijanta 4. Izvršiti kontrolu ugiba u prvom/drugom/... polju indirektnim postupkom ograničavanjem odnosa raspon/statička visina prema EN1992-1-1:2004. Ukoliko ugib ne zadovoljava ograničenje, predložiti i sprovesti potrebne izmene u nosaču. Dati proveru ugiba sa izmenjenim rešenjem.

Теорија бетонских конструкција 2 – питања за усмени испит

- **Важе од првог јунског рока 2023. до мајског рока 2024. године** (у јуну 2023. иновирана листа питања, према садржају предавања у школској 2023/24. години).
- Студент одговара на 3 или 5 питања са списка, зависно од ПИО учинка (ПИО ≤ 50 поена \rightarrow 5 питања; ПИО $> 50 \rightarrow$ 3 питања). У складу са одлуком ННВ Факултета положен писмени испит важи за два полагања усменог испита у текућој школској години. Студент **при другом** полагању усменог испита (на основу једног писменог) **одговара на двоструки број питања** који је предвиђен према ПИО учинку (број питања на усменом за сваког студента објављује се на коначној листи ПИО поена и на обавештењу о позивању на усмени испит).
- Да би положио усмени испит, потребно је да студент дâ задовољавајући одговор **на сва питања** која је извукао.
- У питањима текст у *италику* означава ширу целину из које је постављено питање или појашњење питања. Одговор се даје на наведено конкретно питање - текст иза *италика* – није потребно објашњавати остале делове шире целине, **нити остали делови могу послужити уместо одговора на постављено питање**.
- Текст питања на испитним цедуљама исти је као што је приказано у наставку. **Када је у питању наведен и образац, потребно је објаснити његову намену, све величине које су потребне за израчунавање и димензију (мерну јединицу) у којој је изражен резултат (након израчунавања)**. Од студената се очекује да знају обрасце који представљају дирекну примену отпорности материјала. Ови обрасци нису наведени у поставци питања.

1. Комбинације дејстава за прорачун граничног стања употребљивости (SLS). ψ коефицијенти.
2. Прорачунски модели за гранична стања употребљивости (SLS).
3. Ограничења напона у бетонским конструкцијама према препорукама Еврокода 2 (EN 1992-1-1).
4. Узроци и последице настајања прслина у бетонским конструкцијама.
5. EN 1992-1-1: Ограничења ширине прслина армиранобетонских конструкција. Минимална површина арматуре за „контролу“ прслина (спречавање прешироких прслина) ($A_{s,min} \cdot s_s \geq k_c \cdot k \cdot A_{ct} \cdot f_{ct,eff}$).
6. EN 1992-1-1: Контрола прслина без директног прорачуна (није потребно наводити израз за прерачунавање пречника).
7. EN 1992-1-1: Прорачун ширине прслина (контрола прслина прорачуном),

$$(e_{sm} - e_{cm} = \frac{s_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{r_{p,eff}} (1 + a \cdot r_{p,eff})}{E_s}, s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \tilde{\sigma} / \rho_{p,eff}).$$

8. Фактори који утичу на угиб бетонских конструкција. Ограничења угиба која примењује Еврокод 2. Фактори који утичу на величину деформације услед течења и скупљања бетона.

9. (EN 1992-1-1: Контрола угиба армиранобетонских конструкција прорачуном.)
Начин урачунавања утицаја настанка прслина на величину угиба.
10. (EN 1992-1-1: Контрола угиба армиранобетонских конструкција прорачуном.)
Угиб услед оптерећења и течења бетона.
11. (EN 1992-1-1: Контрола угиба армиранобетонских конструкција прорачуном.)
Угиб услед скупљања бетона ($u_{sh} = d_{sh} \cdot e_{cs}(\infty) \cdot \frac{S_s^*}{I^*} \cdot \frac{L^2}{8}$).
12. (EN 1992-1-1:) Контрола угиба бетонских конструкција без директног прорачуна
$$\left(\frac{L}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{r_0}{r} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{r_0}{r} - 1\right)^{3/2} \right], \frac{L}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{r_0}{r - r'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{r'}{r_0}} \right] \right).$$
13. Најчешћи разлози за претходно напрезање бетонских конструкција. Принципи претходног напрезања носача изложених савијању (обликовање трасе и нормални напони у пресецима са највећим моментима након претходног напрезања и при максималном експлоатационом оптерећењу). Претходно напрезање механичким поступцима.
14. Еквивалентно оптерећење каблова. Дефиниција, особине, примена.
Еквивалентно оптерећење за основне облике трасе.
15. (Претходно напрезање накнадним затезањем каблова.) Елементи потребни за извођење претходног напрезања накнадним затезањем каблова и поступак извођења.
16. Челик за претходно напрезање: врсте (облици), главне фазе процеса производње, механичке карактеристике потребне за конструисање прорачунског дијаграма. Вредности (или опсег вредности) механичких карактеристика челика за претходно напрезање који се данас користе.
17. (Релаксација напона у челику за претходно напрезање.) Опис појаве. Параметри који највише утичу на прорачунску вредност коначне релаксације у претходно напрегутим конструкцијама.
18. (Релаксација напона у челику за претходно напрезање.) Прорачун губитка напона услед чисте релаксације према EN 1992-1-1
$$\left(\frac{Ds_{pr}}{s_{pi}} = 0,66 r_{1000} e^{9,1m} \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75(1-m)} 10^{-5}\right).$$
19. Корозија челика за претходно напрезање. Утицај високих (пожарних) температура на механичке карактеристике челика за претходно напрезање.
20. Системи за претходно напрезање; елементи од којих се састоји систем. Начини анкеровања каблова. Принцип функционисања котве са клиновима. Делови котве (нацртати).
21. Пројектовање претходно напрегутих елемената из услова ограничавања напона: Потпуно, ограничено и парцијално претходно напрезање; ограничења напона која се препоручују у складу са изабраним степеном претходног напрезања.
22. (Пројектовање претходно напрегутих елемената према допуштеним напонима – проста греда оптерећена на савијање.) Избор степена претходног напрезања, материјала, конципирање трасе и обликовање пресека дуж носача - елементи на основу којих се усвајају поједине димензије разуђених пресека, обликовање пресека на местима анкеровања. Минимални размаци заштитних цеви и заштитни слој каблова.

23. (Проектовање претходно напрегнутих елемената према допуштеним напонима – проста греда оптерећена на савијање:) Метродавни услови у пресеку при ограничавању напона при претходном напрезању и у експлоатацији (изрази за напоне на ивицама пресека при претходном напрезању и у експлоатацији при карактеристичном оптерећењу).
24. EN 1992-1-1: Ограничења прслина код претходно напрегнутих елемената. Услов (захтев) декомпресије.
25. (Усвајање силе претходног напрезања): Усвајање потребног броја каблова и одређивање одговарајуће силе на преси. Утицај трасе кабла, избора материјала и услова средине на вредности појединих губитака - побројати губитке силе претходног напрезања (без објашњавања узрока губитака) – и навести шта и како (повећава, смањује) утиче на величину појединих губитака.
26. (Трасирање каблова код претходног напрезања накнадним затезањем): Услови за обликовање трасе појединачног кабла (захтеви изводљивости). Садржај плана каблова.
27. Гранична зона за вођење резултантног кабла („физо зона“) – исписати један од услова за просту греду. Положај физо зоне дуж распона прете греде. Примена.
28. Губици силе претходног напрезања услед трења. Параметри прорачуна и процена величине губитака у карактеристичним пресецима гредних носача ($\Delta_t = e^{-(mq+k \cdot s)}$, $\Delta_t = e^{-m(q+k_1 \cdot s)}$).
29. Губици силе претходног напрезања услед еластичног скраћења елемената при сукцесивном утезању каблова код претходног напрезања накнадним утезањем ($\Delta_{el} = 1 - 0,5 \cdot \frac{E_p}{E_c} \cdot A_p \cdot \left(\frac{1}{A_c} + \frac{z_{cp}^2}{I_c} - \frac{M_{\min} \cdot z_{cp}}{\Delta_t \cdot N_p^0 \cdot I_c} \right)$). Утицај редоследа утезања на величину губитака. Прорачун губитка у случају претходног напрезања на стази.
30. Губици силе претходног напрезања током времена. Процена величине губитака код гредних носача ($Ds_p = \frac{e_{cs} \cdot E_p + 0,8 \cdot Ds_{pr} + \frac{E_p}{E_c} \cdot j(t, t_0) \cdot s_{c,p}}{1 + \frac{E_p}{E_c} \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c}{I_c} \cdot z_{cp}^2 \right) \cdot (1 + 0,8 \cdot j(t, t_0))}$).
31. (Прорачун претходно напрегнутих елемената оптерећених на савијање према трансверзалним силама:) Прорачун претходно напрегнутих елемената без прслина услед савијања у зони прорачуна којима није потребна прорачунска арматура за смицање ($V_{Rd,c} = \frac{I \cdot b_w}{S} \sqrt{(f_{ctd})^2 + a_1 s_{cp} f_{ctd}}$).
32. (Прорачун претходно напрегнутих елемената оптерећених на савијање према трансверзалним силама:) Прорачун претходно напрегнутих елемената којима није потребна прорачунска арматура за смицање (елементи са прслинама, $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 r_l f_{ck})^{1/3} + k_1 s_{cp}] b_w d$; $V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 s_{cp}) b_w d$).
33. (Прорачун претходно напрегнутих елемената оптерећених на савијање према трансверзалним силама:) Прорачун вертикалне арматуре ПН елемената којима је потребна прорачунска арматура за смицање. Максимална носивост ПН елемената на смицање ($V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot q$, $V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z n_1 f_{cd} / (\cot q + \tan q)$).

34. (Прорачун граничне носивости на савијање пресека претходно напрегнутих елемената:) Критеријум за достизање граничног стања ПН елемената напрегнутих на савијање. Прорачунски дијаграми. Претходна дилатација у кабловима (дилатација при декомпресији, $e_{p,dec} = \frac{P_t}{E_p A_p} + \frac{1}{E_{cm}} \left(\frac{P_t}{A_i} + \frac{P_t \cdot z_p^2}{I_i} \right)$).
35. (Прорачун граничне носивости на савијање пресека претходно напрегнутих елемената:) Унутрашње силе у пресеку и израчунавање граничног момента.
36. (Прорачун угиба претходно напрегнутих елемената напрегнутих на савијање). Израчунавање угиба за носаче са константним и са променљивим пресеком.
37. (Претходно напрезање на стази - претходно напрезање претходним затезањем каблова:) Елементи потребни за извођење и поступак извођења.
38. (Претходно напрезање на стази - претходно напрезање претходним затезањем каблова:) Могући облици еквивалентног оптерећења и дијаграма пресечних сила услед ПН, и начин извођења којим се они постижу.
39. Употреба обичне (не-преднапрегнуте) арматуре у ПН носачима: где се и зашто поставља, могуће обликовање.

Примери поставки писмених испита могу се видети на:

http://imksus.grf.bg.ac.rs/nastava/BETON-NOVI%20NASTAVNI%20PLAN_2014/TBK2/Pismeni_zadaci.pdf

(међу овима су и ранији писмени испити који су трајали 4 сата и садржали су више задатака; приложени су због приказа разних типова задатака).