

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 26.1.2023.

1. Potrebno je projektovati betonsku mešavinu na granici između plastične i tekuće konzistencije, marke MB 35. Kao komponentni materijali koriste se rečni agregat 0/16 mm ($\gamma_{sa}=2700 \text{ kg/m}^3$), cement PC 20S 42,5R ($\gamma_{sc}=3100 \text{ kg/m}^3$) i voda iz gradskog vodovoda. Za određivanje vodocementnog faktora koristiti formulu Beljajeva. Zapremina zaostalih šupljina prilikom ugradnje iznosila je 1%.

a) Iz uslova navedenih u tekstu zadatka definisati potrebne količine materijala za 1 m^3 ovog betona.

b) Nakon pregleda dobijenih rezultata zaključeno je da je potrebno korigovati recepturu za mešavinu dodavanjem odgovarajuće količine superplastifikatora ($\gamma_{spl}=1200 \text{ kg/m}^3$), uz zadržavanje projektovane konzistencije i vodocementnog faktora. Upotrebljeno je 0,7% superplastifikatora, što je omogućilo redukciju vode iz prethodne recepture za 15%. Odrediti potrebne količine materijala za 1 m^3 korigovane betonske mešavine. U proračunu usvojiti da je zapremina zaostalih šupljina 1%.

c) Pri starosti od 28 dana izvršeno je ispitivanje zapreminske mase i čvrstoće pri pritisku tri uzorka oblika kocke ivice 15 cm, izrađenih korišćenjem korigovane recepture. Izmerene vrednosti masa uzoraka iznosile su 7,83 kg, 7,95 kg, 7,77 kg, a granične vrednosti sila loma 998 kN, 985 kN i 967 kN. Odrediti pojedinačne i prosečne vrednosti zapreminskih masa i čvrstoća pri pritisku ovih uzoraka, a zatim izvršiti i dokaz marke betona i klase čvrstoće betona, smatrajući da se radi o neuhodanoj proizvodnji.

d) Koja vrednost čvrstoće pri pritisku pri starosti od 28 dana bi se mogla očekivati na uzorcima oblika kocke ivice 20 cm u slučaju da su uzorci napravljeni od betona bez korišćenja superplastifikatora čija je receptura određena u stavki a).

2. Za određivanje mehaničkih i deformacionih svojstava betonskog rebrastog čelika B500B primenjena je tehnička epruveta prečnika 16 mm i ekstenzometar sa mernom bazom od $l_0=80 \text{ mm}$. Vrednosti sile P i izmerene promene dužine Δl , u nekoliko karakterističnih tačaka, prikazane su u tabeli.

- Sračunati napone u MPa i dilatacije u %, odrediti modul elastičnosti čelika, a zatim nacrtati radni dijagram σ - ϵ u odgovarajućoj razmeri,
- Ukoliko se pretpostavi da dijagram između tačaka 4,5 i 6 odgovara kvadratnoj paraboli i ukoliko vrednosti izmerena u tački 5 odgovara maksimumu parabole, izračunati ukupnu dilataciju u tački 6, a zatim doctati ovu tačku na dijagramu.
- Očitati sa dijagrama granicu velikih izduženja, čvrstoću pri zatezanju i izduženje pri maksimalnoj sili;
- Uporediti očitane vrednosti sa uslovima za čelik B500B. Da li ispitivani uzorak zadovoljava uslove standarda?

	1	2	3	4	5	6
Sila P (kN)	0	61,2	110,3	111,2	125,3	121,0
Promena dužine merne baze Δl (mm)	0	0,122	0,220	2,150	8,100	-

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 13.2.2023.

1. Potrebno je projektovati betonsku mešavinu na granici između slabo-plastične i plastične konzistencije, marke MB 30. Kao komponentni materijali koriste se rečni agregat 0/16 mm ($\gamma_{sa}=2700 \text{ kg/m}^3$), cement PC 20S 42,5R ($\gamma_{sc}=3100 \text{ kg/m}^3$) i voda iz gradskog vodovoda. Za određivanje vodocementnog faktora koristiti formulu Ferea. Zapremina zaostalih šupljina prilikom ugradnje iznosila je 1,5%.

a) Iz uslova navedenih u tekstu zadatka definisati potrebne količine materijala za 1 m^3 ovog betona.

b) U cilju sprovođenja prethodnih proba ove betonske mešavine, napravljeno je 12 uzoraka oblika kocki ivice 15 cm, koji su negovani u vodi do trenutka ispitivanja. Pri starosti od 1, 7 i 14 dana izvršeno je ispitivanje odskoka sklerometra na po 3 uzorka, a zatim je na istim uzorcima izmerena vrednost sile loma u cilju određivanja čvrstoće pri pritisku. Rezultati sprovedenih ispitivanja prikazani su u tabeli.

Starost (dani)	1			7			14		
Indeks sklerometra (mm)	24	23	28	33	35	31	46	48	42
Sila loma (kN)	375	360	425	475	541	462	705	732	685

Na osnovu ostvarenih rezultata odrediti prosečne vrednosti indeksa sklerometra i čvrstoće pri pritisku kocki ivice 15 cm za svaku od starosti. Zatim preračunati dobijene vrednosti čvrstoća na vrednosti čvrstoće pri pritisku kocke ivice 20 cm ($f_{k,20}$). Koristeći metodu najmanjih kvadrata, definisati linearnu zavisnost $f_{k,20}=a \cdot I_{sr}+b$.

c) Koristeći zavisnost dobijenu u prethodnom koraku proceniti kolika bi trebalo da bude čvrstoća pri pritisku ovog betona pri starosti od 28 dana, ako se očekuje prosečna vrednost indeksa sklerometra od 58 mm. Da li procenjena čvrstoća odgovara pretpostavljenoj računskoj vrednosti čvrstoće pri pritisku za betona marke MB 30.

2. Za određivanje mehaničkih i deformacionih svojstava betonskog rebrastog čelika B500A primenjena je tehnička epruveta prečnika 8 mm i ekstenzometar sa mernom bazom od $l_0=80 \text{ mm}$. Vrednosti sile P i izmerene promene dužine Δl , u nekoliko karakterističnih tačaka, prikazane su u tabeli.

a) Sračunati napone u MPa i dilatacije u %, a zatim nacrtati radni dijagram σ - ϵ u odgovarajućoj razmeri, spajajući dve susedne tačke pravim linijama.

b) Odrediti modul elastičnosti ispitivanog čelika na osnovu vrednosti izmerenih u tački 2.

c) Grafički i analitički odrediti konvencionalnu granicu velikih izduženja R_p ($\sigma_{0,2}$). Prilikom analitičkog određivanja pretpostaviti da se dijagram između svake dve susedne tačke može opisati odgovarajućom linearnom funkcijom.

d) Na osnovu izmerenih vrednosti odrediti čvrstoću pri zatezanju, odnos između čvrstoće pri zatezanju i konvencionalne granice velikih izduženja i izduženje pri maksimalnoj sili.

e) Uporediti izmerene vrednosti sa uslovima za čelik B500A. Da li ispitivani uzorak zadovoljava sve uslove standarda?

	1	2	3	4	5	6
Sila P (kN)	0	61,2	110,3	111,2	125,3	121,0
Promena dužine merne baze Δl (mm)	0	0,122	0,220	2,150	8,100	-

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 13.6.2023.

1. Potrebno je projektovati betonsku mešavinu slabo-plastične konzistencije (usvojiti srednju vrednost za k_0), marke MB 40. Kao komponentni materijali koriste se rečni sitan agregat 0/4 mm ($\gamma_{s,ra}=2700 \text{ kg/m}^3$) i drobljeni krupan agregat 4/16 mm ($\gamma_{s,da}=2800 \text{ kg/m}^3$), cement PC 20S 42,5R ($\gamma_{sc}=3100 \text{ kg/m}^3$) i voda iz gradskog vodovoda. Za određivanje vodocementog faktora koristiti formulu Ferea. Projektovana vrednost zapreminske mase betona u svežem stanju iznosila je 2330 kg/m^3 .

a) Iz uslova navedenih u tekstu zadatka definisati potrebne količine materijala za 1 m^3 ovog betona. Prilikom proračuna količina rečnog i drobljenog agregata usvojiti da sitna frakcija (0/4 mm) učestvuje sa 40% u ukupnoj količini agregata.

b) U cilju sprovođenja prethodnih proba ove betonske mešavine, napravljeno je 12 uzoraka oblika kocki ivice 20 cm, koji su negovani u vodi do trenutka ispitivanja. Pri starosti od 1, 7 i 14 dana izvršeno je ispitivanje odskoka sklerometra na po 3 uzorka, a zatim je na po jednom uzorku pri svakoj starosti određena vrednost sile loma u cilju određivanja čvrstoće pri pritisku. Rezultati sprovedenih ispitivanja prikazani su u tabeli.

Starost (dani)	1			7			14		
Indeks sklerometra (mm)	35	38	40	42	44	45	48	49	52
Sila loma (kN)	-	830	-	-	1140	-	-	1358	-

Koristeći metodu najmanjih kvadrata, i rezultate ispitivanja na uzorcima na kojima izvršena i nedestruktivna i destruktivna ispitivanja definisati linearnu zavisnost $f_{k,20}=a \cdot I+b$.

c) Koristeći zavisnost dobijenu u prethodnom koraku proceniti vrednost čvrstoće pri pritisku svih ostalih uzoraka na kojima je izvršeno ispitivanje odskoka sklerometra. Koliko bi iznosila čvrstoća pri pritisku pri starosti od 28 dana ukoliko izmereni odskok sklerometra pri ovoj starosti iznosi 62 mm.

2. Prilikom ispitivanja čvrstoće pri savijanju drveta, korišćeni su gredni uzorci nominalnih dimenzija $20 \times 20 \times 380 \text{ mm}$. Rastojanje između oslonaca prilikom ispitivanja do loma jednom silom u sredini raspona, iznosilo je 240 mm. Prilikom ispitivanja zabeležene su vrednosti sila i promena dužine (na mernoj bazi od 25 mm) i prikazane u tabeli.

a) Sračunati napone u MPa i dilatacije u %, a zatim nacrtati radni dijagram σ - ϵ u odgovarajućoj razmeri, spajajući dve susedne tačke pravim linijama.

b) Odrediti modul elastičnosti ispitivanog drveta na osnovu vrednosti izmerenih u tačkama 2 i 4.

c) Na osnovu izmerenih vrednosti odrediti čvrstoću pri savijanju drveta.

d) Koliko će iznositi čvrstoća pri savijanju drveta i modul elastičnosti pri vlažnostima od 15% i 20%, ukoliko je masa uzorka u trenutku ispitivanja iznosila 68,52 g, a masa suvog uzorka iznosi 64,00 g.

e) Ukoliko je prilikom ispitivanja tvrdoće ovog drveta po metodi Janka izmerena sila od 4 kN, odrediti klasu tvrdoće ispitivanog drveta.

	1	2	3	4	5	6
Sila P (kN)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	1,5
Promena dužine merne baze Δl (mm)	0	0,08	0,15	0,22	0,40	0,60

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 24.8.2023.

1. U priloženoj tabeli dati su podaci o ispitivanju skupljanja i tečenja jedne vrste betona: promene dužine neopterećene prizme $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ na mernoj bazi od $l_0 = 200 \text{ mm}$ (Δl_s), odnosno promena dužine merne baze $l_0 = 100 \text{ mm}$ cilindra prečnika 15 cm i visine 30 cm , opterećenog aksijalnom silom od 195 kN pri starosti betona od 28 dana (Δl_u).

t (dana)	3	7	14	21	28	35	42	56	90	180
Δl_s (mm)	0.030	0.044	0.070	0.072	0.098	0.104	0.108	0.118	0.134	0.144
Δl_u (mm)	0,015	0,022	0,035	0,042	$\frac{0,049}{0,110}$	0,150	0,160	0,175	0,192	0,203

a) Odrediti modul elastičnosti betona, ako je izmerena trenutna deformacija u celosti elastična, a zatim tabelarno i grafički prikazati vrednosti skupljanja, ukupnih deformacija i deformacija tečenja betona (u jednom koordinatnom sistemu).

b) Odrediti koeficijent tečenja pri starosti od 180 dana.

c) Ukoliko je pri starosti od 28 dana izvršeno ispitivanje čvrstoće pri pritisku ispitivanog betona na uzorcima oblika kocke ivice 15 cm , na osnovu zabeleženih vrednosti sila loma od 985 kN , 945 kN i 920 kN , izvršiti dokaz marke betona.

d) U svetlu ispitivanja tečenja betona, dati komentar da li je izabrana odgovarajuća sila (195 kN) kojom su cilindrični uzorci za ispitivanje ukupnih dilatacija opterećeni pri starosti od 28 dana?

2. U priloženoj tabeli date su rezultati merenja dimenzija u tri pravca (podužnom, radijalnom i tangencijalnom), mase i sile loma pri ispitivanju čvrstoće pri savijanju drvenih uzoraka opterećenih jednom silom u sredini raspona ($l = 280 \text{ mm}$). Uzorci su prvo osušeni do konstantne mase, a zatim postepeno izlagani vlažnoj sredini. Dimenzije potpunih suvih uzoraka i njihove mase, takođe su date u tabeli.

a) Izračunati vrednost bubrenja svakog od uzoraka u sva tri pravca (ϵ_l , ϵ_r , ϵ_t), kao i zapreminsku deformaciju ϵ_v .

b) Odrediti zapreminsku masu u suvom i vlažnom stanju, čvrstoću pri savijanju i vlažnost svakog uzorka u trenutku ispitivanja.

c) Nacrtati dijagram zavisnosti čvrstoće pri savijanju od vlažnosti prema dobijenim rezultatima. Na istom dijagramu nacrtati empirijsku krivu zavisnosti čvrstoće pri savijanju od vlažnosti (izraz 8.6 iz Praktikumuma).

Uzorak br.	Masa suvog uzorka (g)	Dimenzije suvog uzorka			Masa vlažnog uzorka (g)	Dimenzije uzorka pri vlažnosti H			Sila loma (kN)
		l_0 (mm)	r_0 (mm)	t_0 (mm)		l_H (mm)	r_H (mm)	t_H (mm)	
1	62,2	298,3	19,95	19,94	63,5	298,4	19,99	20,05	1,58
2	61,5	298,9	19,90	19,92	65,8	299,3	20,03	20,32	1,46
3	60,4	298,4	19,93	19,88	68,2	299,1	20,18	20,58	1,35
4	62,3	299,0	19,89	19,99	71,7	299,8	20,18	20,82	1,25
5	61,1	299,5	19,98	19,92	75,8	300,8	20,43	21,25	1,02

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 11.9.2023.

1. Potrebno je projektovati betonsku mešavinu na granici između tekuće i plastične konzistencije, marke MB 35. Kao komponentni materijali koriste se rečni agregat 0/16 mm ($\gamma_{sa}=2700 \text{ kg/m}^3$), cement PC 52,5R ($\gamma_{sc}=3150 \text{ kg/m}^3$) i voda iz gradskog vodovoda. Za određivanje vodocementog faktora koristiti formulu Beljajeva. Zapremina zaostalih šupljina prilikom ugradnje iznosila je 1,0%.

a) Iz uslova navedenih u tekstu zadatka definisati potrebne količine materijala za 1 m^3 ovog betona.

b) U cilju sprovođenja prethodnih proba ove betonske mešavine, napravljeno je 9 uzoraka oblika kocki ivice 15 cm, koji su negovani u vodi do trenutka ispitivanja. Pri starosti od 1, 7 i 28 dana izvršeno je ispitivanje odskoka sklerometra na po 3 uzorka, a zatim je na istim uzorcima izmerena vrednost sile loma u cilju određivanja čvrstoće pri pritisku. Rezultati sprovedenih ispitivanja prikazani su u tabeli.

Starost (dani)	1			7			28		
Indeks sklerometra (mm)	25	22	30	37	39	41	66	63	65
Sila loma (kN)	450	430	475	650	695	705	985	1005	992

Na osnovu ostvarenih rezultata odrediti prosečne vrednosti indeksa sklerometra i čvrstoće pri pritisku kocki ivice 15 cm za svaku od starosti. Zatim preračunati dobijene vrednosti čvrstoća na vrednosti čvrstoće pri pritisku kocke ivice 20 cm ($f_{k,20}$). Koristeći metodu najmanjih kvadrata, definisati linearnu zavisnost $f_{k,20}=a \cdot I_{sr}+b$.

c) Sprovesti dokaz marke betona za neuhodanu proizvodnju na osnovu dobijenih rezultata.

d) Koristeći zavisnost dobijenu pod b) proceniti kolika bi trebalo da bude čvrstoća pri pritisku ovog betona pri starosti od 14 dana, ako se očekuje prosečna vrednost indeksa sklerometra od 50 mm.

2. Za određivanje mehaničkih i deformacionih svojstava čelične žice za prethodno naprezanje primenjena je tehnička epruveta prečnika 7 mm i ekstenzometar sa mernom bazom od $l_0=70 \text{ mm}$. Vrednosti sile P i izmerene promene dužine Δl , u nekoliko karakterističnih tačaka, prikazane su u tabeli.

a) Sračunati napone u MPa i dilatacije u %, a zatim nacrtati radni dijagram σ - ϵ u odgovarajućoj razmeri, spajajući dve susedne tačke pravim linijama.

b) Odrediti modul elastičnosti ispitivanog čelika na osnovu vrednosti izmerenih u tački 2.

c) Grafički odrediti konvencionalnu granicu velikih izduženja R_p ($\sigma_{0,2}$) i očitati vrednost sa dijagrama.

d) Na osnovu izmerenih vrednosti odrediti čvrstoću pri zatezanju, odnos između čvrstoće pri zatezanju i konvencionalne granice velikih izduženja i izduženje pri maksimalnoj sili.

	1	2	3	4
Sila P (kN)	0	40,30	70,40	75,30
Promena dužine merne baze Δl (mm)	0	0,417	0,730	2,550